

DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE COTAS GEOMÉTRICAS

Campo técnico de la invención

La presente invención está relacionada con dispositivos para la medición de cotas geométricas. Y más específicamente con dispositivos y métodos para la medición de cotas geométricas en un cable de un sistema de guiado de vehículos guiados por cable como por ejemplo un sistema de teleférico. Las cotas geométricas corresponden a distancias del cable respecto una o varias regiones de rodadura del sistema de teleférico.

Descripción del estado de la técnica

El término teleférico (en inglés *Aerial Ropeway*) engloba a todas las instalaciones completamente aéreas, es decir, los teleféricos, las telecabinas (también conocidas como góndolas) y los telesillas. Existen tres grandes grupos de teleféricos: funiculares (ferrocarriles funiculares), teleféricos (de vaivén, telecabinas y telesillas) y telesquís.

Los teleféricos son, hoy en día, un medio de transporte funcional, cómodo e innovador principalmente para los deportes de invierno y el turismo. No obstante, gracias a sus características de flexibilidad y la rentabilidad, las instalaciones han adquirido gran importancia en el mundo del transporte urbano.

Existen instalaciones de tipologías muy variadas, cada una compuesta por diferentes elementos. Uno de los elementos de mayor relevancia en sistemas de transporte de teleféricos es el cable, tanto así que el cable da nombre a todos los sistemas de transporte por cable, los teleféricos.

El proceso mecánico y la relación entre elementos de un sistema de transporte de teleféricos que permite el desplazamiento de cabinas en un teleférico está determinada por unas cotas geométricas establecidas, estas garantizan una alineación adecuada para minimizar el desgaste de los mecanismos involucrados en el sistema de transporte de teleféricos.

El término cable hace referencia a un cable portante, un cable tractor, un cable transportador o combinaciones de estos. El cable portante forma la vía de circulación y soporta la carga, este también se conoce como cable carril o portador. El cable tractor trasfiere la fuerza para el movimiento, este también se conoce como cable de tracción. El cable transportador soporta la carga y transmite la fuerza para el movimiento, este se conoce también como cable portador-tractor.

Un teleférico puede emplear la tecnología de góndola monocable desenganchable (por sus siglas en inglés *Monocable Detachable Gondola*) que emplea un único cable tractor.

Es de importancia conocer el estado del cable en relación a su operación debido a que permite anticiparse a fallas, determinar la frecuencia reparación y/o mantenimiento del sistema de desplazamiento entre otros aspectos como seguridad, confort y optimización energética.

Así, en el estado del arte se divulgan dispositivos y métodos de medición de cotas geométricas en un cable, como, por ejemplo, los divulgados por las patentes US 20170023347 A1 y US 20110268313 A1.

5 El documento US 20170023347 A1 divulga aparatos para analizar un cable sintético, uno de los aparatos comprende un cuerpo fijo que incluye generadores de flujo magnético, un aparato de soporte, sensores magnéticos dispuestos alrededor de una apertura central del cuerpo fijo por la cual pasa el cable y una calculadora de longitud del periodo de una hebra del cable sintético. El cable sintético tiene un elemento de detección magnética.

10 Los sensores magnéticos del aparato, miden el cambio del flujo magnético producido por el pasar del elemento para detección magnética, generando un patrón oscilante de dicho cambio y la calculadora de longitud obtiene la longitud del periodo de una hebra del cable sintético.

15 Sin embargo, el aparato divulgado en el documento US 20170023347 A1 al emplear sólo sensores magnéticos tendría problemas en funcionar con un cable de material al que se le puedan inducir cargas magnéticas induciendo errores en la medición. Al emplear estar fijo requiere de una instalación que requiere tiempo y también hace costoso el despliegue de la tecnología, al disponerse el dispositivo alrededor del cable también hace engorrosa su instalación, ya en funcionamiento, requiere que el cable esté en movimiento.

20 Por su parte, el documento US 20110268313 A1 divulga un sistema para probar ópticamente un cable que comprende un dispositivo de captura óptica que tiene una apertura para el paso del cable, un arreglo de cámaras dispuestas operativamente para capturar imágenes en la circunferencia del cable, un dispositivo de rueda medidora para medir la longitud del cable y un computador para determinar la extensión longitudinal de una hebra del cable con base en las imágenes de la circunferencia del cable y el dato de
25 longitud del cable. El documento US 20110268313 A1, divulga que los cables tienen un patrón de construcción que puede ser reconocido en un análisis digital de imágenes.

No obstante, el documento US 20110268313 A1 se limita a determinar la longitud de hebras del cable además de emplear partes mecánicas para ello como la rueda medidora, por lo que puede resultar en la obtención de mediciones imprecisas. El sistema para probar
30 ópticamente un cable divulgado en el documento US 20110268313 A1 puede resultar costoso ya que podría requerir el recambio de la rueda medidora puesto que es el principal elemento de dicho sistema y el que supondría un mayor desgaste. Debido a este desgaste el sistema podría resultar poco fiable, pues la medición cambiaría con el tiempo de uso.

Breve descripción de la invención

35 La presente invención se refiere a dispositivos y métodos de medición de cotas geométricas en cables, particularmente hace referencia a dispositivos y métodos de medición de cotas geométricas en un cable de un teleférico.

El dispositivo y el método de la presente invención permiten verificar que el desplazamiento del cable se encuentre dentro de los límites establecidos por su fabricante.

El dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de un cable (11), que comprende: una placa base (1); un primer sistema de visión artificial (2) dispuesto en la placa base (1),
5 dicho primer sistema de visión artificial (2) apunta con su campo de visión al cable (11), a un patrón de visualización (7), a una segunda región de rodadura (9) y a una tercera región de rodadura (10); y una primera unidad de cómputo (4) conectada al primer sistema de visión artificial (2), en donde el primer sistema de visión artificial (2) obtiene datos de distancias, la primera unidad de cómputo (4) recibe dichos datos para medir las cotas
10 geométricas del cable (11).

Por su parte, el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11), que comprende los siguientes pasos: a) posicionar un dispositivo de medición de cotas geométricas (100) sobre un punto de medición predeterminado por un operario; b) ingresar parámetros de un punto de medición predeterminado en una primera unidad de cómputo (4)
15 por un operario; c) leer un patrón de visualización (7) empleando un primer dispositivo de visión artificial (2) por medio de la primera unidad de cómputo (4); d) comprobar el punto de medición con base en los parámetros ingresados en el paso b), la lectura del patrón de visualización (7) y unos parámetros de referencia de un punto de medición de un registro de memoria de la primera unidad de cómputo (4); e) medir cotas geométricas del cable
20 mediante el primer sistema de visión artificial (2) empleando un método de triangulación láser y almacenar dicha medición en un registro de memoria de la primera unidad de cómputo y pasar al paso a).

En una modalidad de la invención cuenta con dos sistemas de visión artificial para realizar la determinación de cotas geométricas del cable.

25 **Breve descripción de las figuras**

La FIG. 1 enseña una realización del dispositivo de medición de cotas geométricas de un cable de la presente invención.

La FIG. 2 enseña una realización del dispositivo de la presente invención en una vista inferior.

30 La FIG. 3 enseña una realización del dispositivo de la presente invención ubicado en un punto de medición sobre regiones de rodadura.

La FIG. 4a enseña una realización del dispositivo de medición de cotas geométricas de un cable de la presente invención ubicado en punto de medición en una vista en corte transversal en el que se detallan las cotas C, X, Y y D.

La FIG. 4b enseña una realización del método de la presente invención similar al de la figura 4a pero con la normal del plano de la placa base forma un ángulo agudo respecto a un vector normal del de la superficie de la tercera región de rodadura.

La FIG. 5a enseña un esquema de la medida de la cota C.

5 La FIG. 5b enseña un esquema de la medida de la cota X y Y.

La FIG. 6 enseña un ejemplo de una primera parte de un diagrama de flujo general del método de medición de cotas geométricas de un cable de la presente invención.

La FIG. 7 enseña un ejemplo de una segunda parte de un diagrama de flujo general del método de medición de cotas geométricas de un cable de la presente invención.

10 La FIG. 8a enseña un ejemplo de un patrón de visualización con proyección de laser centrado.

La FIG. 8b enseña un ejemplo de un patrón de visualización con proyección de laser descentrado.

15 La FIG. 9a enseña un ejemplo de una GUI de Diagnóstico del método de medición de cotas.

La FIG. 9b enseña un ejemplo de una GUI de Estación del método de medición de cotas.

La FIG. 10 enseña un ejemplo de una GUI de Comprobar del método de medición de cotas.

La FIG. 11 enseña un ejemplo de una GUI de Resultado del método de medición de cotas.

Descripción detallada de la invención

20 La presente invención divulga un dispositivo y un método de medición de cotas geométricas en cables, y más específicamente a dispositivos y métodos de medición de cotas geométricas en un cable de un teleférico.

25 El dispositivo y método de la presente invención permite verificar que el desplazamiento del cable por medio de la medición de unas cotas geométricas se encuentre dentro de los límites establecidos, por ejemplo, por su fabricante, proveyendo seguridad en la operación de un teleférico.

Haciendo referencia a la FIG. 3, FIG 4a, FIG. 4b, FIG 5a y FIG. 5b, las cotas geométricas C, X, Y y D hacen referencia a distancias entre ciertos elementos que conforman un sistema de transporte de teleféricos al cable (11) del propio sistema de transporte de teleféricos y desde un punto de referencia en una posición invariante respecto al cable (11).

Particularmente estas distancias corresponden a: una distancia medida en línea recta sobre un eje Y desde una placa base (1) y perpendicular a la misma placa base (1) del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) hasta una superficie (10a) de una tercera región de

rodadura (10) cuya distancia se nombrará en adelante como cota C o simplemente C, una distancia medida en línea recta sobre un eje X de un sistema coordinado desde una segunda región de rodadura (9) hasta el centroide del cable (11) que se nombrará en adelante como cota X o simplemente X; una distancia medida en línea recta un eje X del sistema coordinado desde una segunda región de rodadura (9) hasta el centroide del cable (11) que se nombrará en adelante como cota Y o simplemente Y tal como se observa en la FIG. 4a.

Opcionalmente, el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) también realiza medición del diámetro del cable (11) que se nombrará en adelante como cota D o simplemente D.

Alternativamente, el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) también realiza medición de la inclinación de la placa base (1) respecto a la tercera región de rodadura (10), esta inclinación se representa con un ángulo alfa (α) que se describirá más adelante en el documento.

Haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 6, la presente invención corresponde a un dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de un cable (11) y un método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11).

El método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) se implementa en el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de un cable, dicha implementación realiza siguiendo serie de instrucciones o pasos en una unidad de cómputo en un lenguaje de programación como por ejemplo lenguajes de programación de bajo nivel (lenguaje máquina, ensamblador (Assembler x86, JMP, MULT), de medio nivel (C, Basic) o de alto nivel (C++, Fortran, Cobol, Lisp, Java, PHP, Python, Javascript, C#, Ada, BASIC, FORTRAN, Pascal, SQL, Swift, Delphi/Object Pascal, Matlab, Objective-C, Ruby, Perl, Go, R, Visual Basic, PL/SQL) y combinaciones conocidos por una persona medianamente versada en la materia.

Dichas instrucciones se programan en una o en varias de las unidades de cómputo con las que cuenta el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) y constituyen el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) como se detallará más adelante.

El dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de un cable (11) comprende una placa base (1), un primer sistema de visión artificial (2) dispuesto en la placa base (1) y una primera unidad de cómputo (4) conectada al primer sistema de visión artificial (2). Dicho primer sistema de visión artificial (2) apunta con su campo de visión al cable (11), a un patrón de visualización (7), a una segunda región de rodadura (9) y a una tercera región de rodadura (10). Donde el primer sistema de visión artificial (2) obtiene datos de distancias, la primera unidad de cómputo (4) recibe dichos datos para medir las cotas geométricas del cable (11) y donde la tercera región de rodadura (10) es una referencia fija respecto al cable (11).

Haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 2, se enseña un ejemplo de un dispositivo de medición de cotas geométricas (100) que comprende una placa base (1), un primer sistema de visión artificial (2) dispuesto en la placa base (1) y una primera unidad de cómputo (4) conectada al primer sistema de visión artificial (2), un segundo sistema de visión artificial (no ilustrado) conectado a la primera unidad de cómputo (4).

Alternativamente, el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de un cable (11) comprende: una placa base (1); un primer sistema de visión artificial (2) dispuesto en la placa base (1), dicho primer sistema de visión artificial (2) apunta con su campo de visión al cable (11), a un patrón de visualización (7), a una segunda región de rodadura (9) y a una tercera región de rodadura (10); y, una primera unidad de cómputo (4) conectada al primer sistema de visión artificial (2); en donde el primer sistema de visión artificial (2) obtiene datos de distancias, la primera unidad de cómputo (4) recibe dichos datos para medir las cotas geométricas del cable (11).

Para el entendimiento de la presente invención, debe entenderse que cuando se hace referencia a los elementos electrónicos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) corresponde a una primera unidad de cómputo (4), un primer sistema de visión artificial (2), y opcionalmente a una segunda unidad de cómputo (5), un segundo sistema de visión artificial (3), un sensor de inclinación (6), un módulo de comunicaciones, baterías y un módulo de posicionamiento global dependiendo de la modalidad a la que se hace referencia.

Haciendo referencia a la FIG. 3, se enseña un ejemplo particular del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) ubicado en un sitio de medición específico por ejemplo, en una estación de un sistema de teleférico, el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) que comprende una placa base (1), un segundo sistema de visión artificial (3) conectado a primera unidad de cómputo (4).

Alternativamente, la placa base (1) comprende además un agujero (1c) ubicado en la placa base (1) que permite que el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de un cable (11) sea halado por un operario que realiza una labor de medición de cotas geométricas, de esta forma se facilita la labor de medición de cotas geométricas por parte de un operario en lugares de difícil acceso.

Haciendo referencia a la FIG. 2, opcionalmente, la placa base (1) comprende dos extremos longitudinales donde un primer elemento de contacto (1a) se ubica en el primer extremo longitudinal y un segundo elemento de contacto (1b) se ubica en el segundo extremo longitudinal. Es decir, la placa base (1) comprende dos extremos longitudinales: un primer elemento de contacto (1a) ubicado en el primer extremo longitudinal y un segundo elemento de contacto (1b) ubicado en el segundo extremo longitudinal.

La placa base (1) corresponde a una estructura donde se disponen todos los elementos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de un cable (11). La placa base (1) se

selecciona del grupo compuesto por láminas, láminas perforadas, cajas cubiertas, cajas abiertas, perfiles estructurales, tejidos estructurales y elementos similares conocidos por una persona medianamente versada en la materia, que puedan soportar el primer sistema de visión artificial (2) y la primera unidad de cómputo (4).

- 5 Se entenderá en el presente documento que la placa base (1) corresponde también a un porta-instrumentos, debido a que sobre la placa base se disponen elementos electrónicos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100). Dichos elementos electrónicos se disponen sobre la placa base (1) empleando medios de fijación, que se seleccionan del grupo conformado por tornillos, pernos, pin-cuñas, y combinaciones de los mismos.
- 10 Opcionalmente, la placa base (1) es una lámina perforada que brinda soporte a todos los elementos electrónicos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de un cable (11) además de mantener un peso reducido para facilitar las maniobras de un operario en la labor de medición de cotas geométricas del cable (11).

En un ejemplo de la presente invención la lámina perforada tiene perforaciones que se
15 seleccionan de circular, cuadrada, triangular, poligonal, oblonga, elipsoidal, rectangular, y combinaciones de las mismas.

Alternativamente, la placa base (1) se desplaza sobre la primera región de rodadura (8) y la segunda región de rodadura (9) mediante los elementos de contacto (1a y 1b). Esto permite que se tomen las medidas de cotas geométricas con el dispositivo de medición de cotas
20 geométricas (100) a lo largo de las regiones de rodadura (9 y 10).

En una realización particular de la invención la placa base (1) tiene las siguientes medidas: alto entre 200 mm y 800 mm, ancho entre 100 mm y 800 mm y espesor entre 1 mm y 30 mm. Preferiblemente, la placa base (1) tiene las siguientes medidas: alto de 575 mm, ancho de 460mm y espesor de 10mm.

- 25 En una realización de la invención el material de la placa base (11) y/o elementos de contacto (1a) y (1b) son de un material que se selecciona entre aluminio, acero al carbono, fundiciones de hierro, hierro galvanizado, aceros al cromo, aceros al cromo-níquel, aceros al cromo-níquel-titanio, aleación de níquel-cromo-molibdeno-tungsteno, aleaciones ferrosas al cromo-molibdeno, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero inoxidable 304,
30 acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, acero aleado con manganeso y combinaciones de los anteriores.

Opcionalmente, la placa base (1) se construye a partir de una lámina metálica de un calibre que se seleccionar entre, calibre 7, calibre 8, calibre 9, calibre 10, calibre 11, calibre 12, calibre 13, calibre 14, calibre 16, calibre 18, calibre 20 y calibre 22.

- 35 Alternativamente la placa base (1) tiene conectados en cada uno de sus extremos longitudinales un primer elemento de contacto (1a) y un segundo elemento de contacto (1b), los cuales se deslizan sobre dos regiones de rodadura: una primera región de rodadura

(8) y una segunda región de rodadura (9). Los elementos de contacto (1a) y (1b) se seleccionan del grupo compuesto por ruedas, rodamientos, orugas, bujes, motores, servomotores y elementos similares conocidos por una persona medianamente versada en la materia, que permitan a la placa base (1) apoyarse y deslizarse por la primera región de rodadura (8) y la segunda región de rodadura (9). También, los elementos de contacto pueden ser una extensión de la placa base donde esta es una lámina y sus extremos se curvan conformando los elementos de contacto (1a) y (1b).

Opcionalmente, en una realización del dispositivo de medición de cotas geométricas (100), los elementos de contacto se seleccionan del grupo de rodamientos entre rodamiento rígido de bolas, rodamiento de rodillo a rótula, rodamiento de rodillos cilíndricos, rodamiento de rodillos cónicos y rodamiento de axiales a bolas.

Haciendo referencia a la FIG. 4a, preferiblemente la placa base (1) tiene entre tres y cuatro elementos de contacto (1a) y (1b), en una realización de la invención el plano definido por tres puntos de contacto formados entre las regiones de rodadura y los elementos de contacto es perpendicular a la dirección de la gravedad local en un punto de dicho plano y la superficie del primer elemento de contacto (1a) tienen un ángulo de inclinación de cero grados entre ellas. Cuando el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) cumple con esta condición de perpendicularidad entonces el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (100) no tiene que realizar correcciones en la medida de cotas geométricas.

Haciendo referencia a la FIG. 4b, en una realización de la invención el plano definido por tres puntos de contacto formados entre las regiones de rodadura y los elementos de contacto no es perpendicular a la dirección de la gravedad local en un punto de dicho plano y los elementos de contacto es perpendicular a la dirección de la gravedad local en un punto de dicho plano y la superficie del primer elemento de contacto (1a) tienen un ángulo alfa (α) diferente de cero grados de inclinación entre ellas, por lo tanto el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) ejecuta una corrección de ángulo de medición para calcular las cotas.

En una realización particular los elementos de contacto son ruedas acopladas a un eje para cada rueda, donde el primer elemento de contacto (1a) es una rueda con las siguientes medidas: diámetro desde 30 mm hasta 120 mm y ancho entre 10 mm hasta 100 mm. Preferiblemente la rueda del primer elemento de contacto (1a) tiene las siguientes medidas: diámetro de 60 mm y ancho de 50 mm. El eje de la rueda del primer elemento de contacto (1a) tiene las siguientes medidas: largo entre 50 mm y 250 mm y un diámetro entre 10 mm y 100 mm. Preferiblemente cada eje del primer elemento de contacto (1a) tiene las siguientes medidas: largo de 165 mm y diámetro de 25 mm. El eje se acopla por medio de un soporte de eje de las ruedas a la placa base (1) que mantiene separado el eje una distancia determinada entre 10 mm y 100 mm de la placa base (1). Preferiblemente el

soporte separa una distancia de 30 mm de la placa base (1) del eje de las ruedas del primer elemento de contacto (1a).

En la misma realización el segundo elemento de contacto (1b) son dos ruedas con las siguientes medidas: diámetro desde 50 mm hasta 150 mm y ancho entre 10 mm hasta 200 mm. Preferiblemente las ruedas del segundo elemento de contacto (1b) tienen las siguientes medidas: diámetro de 100 mm y ancho de 70 mm. El eje para cada rueda del segundo elemento de contacto (1b) tiene las siguientes medidas: largo entre 50 mm y 250 mm y un diámetro entre 10 mm y 200 mm. Preferiblemente cada eje del segundo elemento de contacto (1b) tiene las siguientes medidas: largo de 169 mm y diámetro de 25 mm. Cada eje se acopla por medio de un soporte de eje de las ruedas a la placa base (1) que mantiene separado el eje una distancia determinada entre 10 mm y 100 mm. Preferiblemente el soporte separa una distancia de 40 mm la placa base (1) del eje de las ruedas del segundo elemento de contacto (1b).

En una realización particular de la invención la separación entre el primer elemento de contacto (1a) y el segundo elemento de contacto (1b) está en un rango entre 400 mm y 800 mm. Preferiblemente la separación entre el primer elemento de contacto (1a) y el segundo elemento de contacto (1b) es de 624 mm.

En la misma realización particular, en la que los segundos elementos de contacto (1b) son rodamientos con ejes paralelos, tienen una separación entre sus ejes de 455 mm.

La operación del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de la presente invención se basa en sistemas de visión artificial, con esto se logra la medición de cotas geométricas en el cable (11) o cables de un sistema de transporte de teleféricos.

La tecnología de los sistemas de visión artificial se selecciona entre otros de módulos de triangulación laser, sensor perfilador láser de superficie, perfiladores láser 3D de línea, perfiladores láser 3D de punto, sensores de desplazamiento láser 2D/3D de alta precisión, cámaras, sonares, sensores ultrasónicos, infrarrojos, radares y demás dispositivos con sensor de imágenes capaz de detectar la radiación electromagnética en un espacio determinado.

El sensor de imágenes de los sistemas de visión artificial se selecciona de tecnología MOS (por las siglas en inglés de Metal-Oxide-Semiconductor), NMOS (por las siglas en inglés de *N-type Metal-Oxide-Semiconductor*, también, Live MOS), CCD (por las siglas en inglés de *Charge-Coupled Devices*), CMOS (por las siglas en inglés de *Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*) o híbrido CCD/CMOS, que a su vez se puede seleccionar entre tecnología a color, monocromática, alta definición, alta sensibilidad, alta velocidad, infrarroja, infrarroja del tipo refrigerada o infrarroja del tipo no refrigerada.

Opcionalmente, el o los sistemas de visión artificial que se emplean en el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) pueden ser un módulo óptico de triangulación laser lineal con un valor de medición desde 20 mm hasta 5000 mm, desde 10 mm hasta 200 mm,

- desde 200 mm hasta 500 mm, desde 500 mm hasta 800 mm, desde 800 mm hasta 1100 mm, desde 1100 mm hasta 1400 mm, desde 1400 mm hasta 1700 mm, desde 1700 mm hasta 2000 mm, desde 2000 mm hasta 2300 mm, desde 2300 mm hasta 2600 mm, desde 2600 mm hasta 2900 mm, desde 2900 mm hasta 3200 mm, desde 3200 mm hasta 3500 mm, desde 3500 mm hasta 3800 mm, desde 3800 mm hasta 4100 mm, desde 4100 mm hasta 4400 mm, desde 4400 mm, 4700 mm hasta desde 4700 mm hasta 5000 mm, con rango de tolerancia desde 1 mm hasta 5 milímetros, por ejemplo: ± 1 mm (más o menos un milímetro), ± 5 mm (más o menos cinco milímetro), tolerancia asimétricas $+5/-1$ mm (más cinco milímetros o menos un milímetro).
- 10 En un ejemplo particular, el primer sistema de visión artificial (2) y/o el segundo sistema de visión artificial (3) tiene un valor de medición de 495 mm con una tolerancia de $+5/-1$ mm.
- En otro ejemplo particular, el primer sistema de visión artificial (2) y/o el segundo sistema de visión artificial (3) tiene un valor de medición de 300 mm con una tolerancia de $+5/-1$ mm.
- 15 En otro ejemplo particular, el primer sistema de visión artificial (2) y/o el segundo sistema de visión artificial (3) tiene un valor de medición de 135 mm con una tolerancia de ± 2 mm.
- En otro ejemplo particular, el primer sistema de visión artificial (2) y/o el segundo sistema de visión artificial (3) tiene un valor de medición de 100 mm con una tolerancia de ± 1 mm.
- 20 1 mm.
- En otro ejemplo particular, el primer sistema de visión artificial (2) y/o el segundo sistema de visión artificial (3) tiene un valor de medición de 98 mm con una tolerancia de ± 1 mm.
- En una realización de la presente invención, el primer sistema de visión artificial (2) está orientado de forma tal que su campo de visión abarca la segunda región de rodadura (9), la tercera región de rodadura (10), el cable (11) y el patrón de visualización (7). El primer sistema de visión artificial (2) permite que la unidad de cómputo (4) tome las medidas de las cotas X, Y, C y D del cable (11).
- 25
- En otra modalidad del dispositivo de medición de cotas geométricas (100), el primer sistema de visión artificial (2) está conectado a la placa base (1) mediante un motor que permite que con un sistema de visión artificial (2) con un campo de visión reducido se realice un escaneo de la zona que abarque la segunda región de rodadura (9), la tercera región de rodadura (10), el cable (11) y el patrón de visualización (7), así, con un único sistema de visión artificial y un motor dispuesto operativamente, se puedan tomar las medidas de las cotas X, Y, C y D del cable (11).
- 30
- 35
- En una realización particular de la invención, la medición de las cotas geométricas se hace mediante dos sistemas de visión artificial acoplados a la placa base (1) y dispuestos de

forma tal que el campo de visión de los dos sistemas de visión artificial en conjunto observe la segunda región de rodadura (9), la tercera región de rodadura (10), el cable (11) y el patrón de visualización (7). Contar con dos sistemas de visión artificial permite que se distribuya la tarea de medición de cotas. En un ejemplo particular del dispositivo de medición de cotas geométricas (100), el primer sistema de visión artificial (2) se encarga de medir las distancias de las cotas X, Y y D, y el segundo sistema de visión artificial (3) se encarga de medir la cota C.

Opcionalmente la primera unidad de cómputo (4) se conecta a un segundo sistema de visión artificial (3) que está dispuesto en la placa base (1), el segundo sistema de visión artificial (3) apunta con su campo de visión al cable (11), donde el segundo sistema de visión artificial (3) mide parámetros del cable y envía dicha medición a la primera unidad de cómputo (4).

Alternativamente, la primera unidad de cómputo (4) está conectada a un segundo sistema de visión artificial (3) que está dispuesto en la placa base (1), el segundo sistema de visión artificial (3) apunta con su campo de visión al cable (11), donde el segundo sistema de visión artificial (3) mide distancias del cable (11) y envía dicha medición a la primera unidad de cómputo (4). En un ejemplo de la invención, el patrón de visualización (7) está en el campo de visión del segundo sistema de visión artificial (3).

Opcionalmente, el primer sistema de visión artificial (2) y el segundo sistema de visión artificial (3) se conectan y por medio de un bus Ethernet y empleando un protocolo Modbus y envían sus datos de medidas por medio de la primera unidad de cómputo (4) a la segunda unidad de cómputo (5) para desplegar los datos de medición de cotas geométricas del cable en un dispositivo de visualización conectado a la segunda unidad de cómputo (5).

El dispositivo de visualización se selecciona entre otros de pantallas, monitores, LEDs, matriz de LEDs, proyectores, visualizador LED 7 segmentos, dispositivos de visualización conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estos.

Alternativamente, en una modalidad del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) la primera unidad de cómputo (4) despliega los datos de medición de cotas geométricas del cable (11) a un usuario a través de un dispositivo de visualización conectado a la segunda unidad de cómputo (5). Opcionalmente el dispositivo de visualización está embebido en la segunda unidad de cómputo (5).

El campo de visión o campo de perspectiva, también conocido por FOV (por las siglas en inglés de *Field Of View*) es la extensión de mundo observable en un momento dado.

En el caso de instrumentos ópticos como cualquiera de los sistemas de visión artificial se refiere al ángulo abarcable a través del cual un sensor de imágenes puede detectar la radiación electromagnética que se desee capturar.

Para la comprensión de la presente invención se definirá como “*cable*” un cordón para transmitir electricidad, esfuerzo mecánico o combinaciones de estas. Preferiblemente, el cable al que se refiere la invención es un cable de alambres (normalmente de acero) para la transmisión mecánica de movimiento o de cargas a otros elementos mecánicos como palancas, ruedas, y poleas.

En una realización de la invención el cable es de alambres y se utiliza en la suspensión y accionamiento de teleféricos, funiculares y tranvías.

El cable (11) proporciona la fuerza y sustentación longitudinal para mover el vehículo de un sistema de transporte de teleféricos. El cable (11) también hace referencia a un cable tractor, un cable portante y/o un cable transportador que se emplea en sistemas de transporte de teleféricos.

En un ejemplo particular el cable (11) tiene un diámetro entre 10 mm y 100 mm. Preferiblemente 52 mm o 51 mm.

Haciendo referencia a la FIG. 4a y 4b se enseña un ejemplo del patrón de visualización (7), dicho patrón de visualización (7) es una marca que lee el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de un cable (11) mediante un sistema de visión artificial.

Alternativamente, el patrón de visualización (7) está ubicado sobre la primera región de rodadura (8), la segunda región de rodadura (9) y/o la tercera región de rodadura (10) de forma tal que sea visible por alguno de los sistemas de visión artificial del dispositivo de medición de cotas geométricas (100). Preferiblemente, el patrón de visualización (7) está ubicado en la tercera región de rodadura (10) de forma tal que sea visible por el primer sistema de visión artificial (2), dicho patrón de visualización (7) referencia una ubicación de un punto de medición de cotas geométricas del cable (11) de una estación de teleférico.

Un ejemplo del patrón de visualización (7) es una etiqueta codificada con figuras geométricas sólidas de color negro y fondo blanco. Opcionalmente, en el centro del patrón de visualización (7) se encuentra una figura de un triángulo que permite determinar la distancia del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de la posición de lectura.

Alternativamente, el patrón de visualización (7) es un grabado en relieve sobre una superficie retirando material o agregando material y creando una figura en tres dimensiones.

El patrón de visualización (7) se emplea para designar un punto específico de medición de cotas geométricas en una estación de un sistema de transporte de teleféricos. En un ejemplo particular, en una estación de un sistema de transporte de teleféricos se encuentran ocho patrones de visualización (7) dispuestos en puntos específicos de medición de cotas geométricas del cable (11).

Normalmente, se emplea una nomenclatura para designar cada punto de medición en una estación, por ejemplo: X1 para la primera cota X que se mide, Y1 para la primera cota Y que se mide, X2 para la segunda cota X que se mide, Y2 para la segunda cota Y que se mide, C1 para la primera cota C que se mide, C2 para la segunda cota C que se mide, C3 para la tercera cota C que se mide y C4 para la cuarta cota C que se mide en una estación de teleférico determinada.

Haciendo referencia a la FIG. 8a, en un ejemplo específico del patrón de visualización (7) con una codificación numérica que comprende a un primer código visual (7a), un segundo código visual (7b), un tercer código visual (7c), un cuarto código visual (7d), un quinto código visual (7e).

Opcionalmente, el patrón de visualización (7) presenta una codificación en tinta negra con fondo color blanco tal como se observa en las FIG. 4a y FIG. 4b.

En un ejemplo particular del dispositivo de medición de cotas geométricas (100), el tercer código visual del patrón de visualización (7) tiene una forma geométrica particular que es un triángulo que permite determinar la distancia entre el patrón de visualización (7) y el dispositivo de medición de cotas geométricas (100).

La primera región de rodadura (8) y la segunda región de rodadura (9) son las superficies sobre las cuales se apoyan y mueven los elementos de contacto de la placa base (1). Dichas regiones de rodadura son preferiblemente horizontales, es decir, son perpendiculares a la dirección de la gravedad local en cada punto de su superficie y pueden ser coplanares o paralelas tal como se observa en la FIG.4. Las regiones de rodadura se seleccionan del grupo compuesto por rieles, patines, vigas y cables.

Alternativamente, la primera región de rodadura (8) y la segunda región de rodadura (9) cuentan con un mecanismo de elevación con elementos de elevación que se seleccionan del grupo compuesto por tonillos, tuercas, ejes roscados, cilindros hidráulicos, mecanismos de tijera, poleas, gatos de tornillos, mecanismos de elevación conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estos. En un ejemplo particular de la invención el mecanismo de elevación es un tornillo conectado con tuercas que conecta una estructura fija a una región de rodadura. Dicho mecanismo de elevación permite variar la distancia entre regiones de rodadura.

Para el entendimiento de la presente invención la segunda región de rodadura (9) también se conoce como riel de desplazamiento o riel de circulación de las cabinas de un teleférico.

Particularmente esta segunda región de rodadura (9) sirve de referencia para medir las cotas X y Y del cable (11), haciendo referencia a la FIG. 5b en donde simboliza un corte transversal de la segunda región de rodadura (9) y del cable (11), en un plano coordinado donde X representa la distancia horizontal desde la segunda región de rodadura (9) hasta el centroide del cable (11) y Y representa la distancia vertical desde la segunda región de rodadura (9) hasta el centroide del cable (11).

Por su parte la cota C corresponde a la distancia vertical desde la placa base (1) hasta la superficie (10a) de la tercera región de rodadura (10), esta distancia puede ser medida por un primer sistema de visión artificial (2) o un segundo sistema de visión artificial (3) y la primera unidad de cómputo (4) o la segunda unidad de cómputo (5).

- 5 La tercera región de rodadura (10) es un elemento de referencia que no cambia de posición y a partir del cual se determina el cambio en las mediciones que efectúa el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) de un cable (11). La tercera región de rodadura (10++) puede seleccionarse del grupo compuesto por perfiles estructurales, columnas, pilares, rieles, patines, vigas, cables y otros elementos similares conocidos por una persona medianamente versada en la materia. En una realización particular de la invención la tercera región de rodadura es una viga de una estación de teleférico.

Opcionalmente, la tercera región de rodadura (10) es preferiblemente horizontal, es decir, es perpendicular a la dirección de la gravedad local en cada punto de su superficie y puede ser coplanar o paralelo.

- 15 Alternativamente, la tercera región de rodadura (10) es un riel de desenganche, cuya funcionalidad en teleférico permite que las cabinas de pasajeros se desconecten en una región específica de una estación del teleférico y sirve como referencia global para la medición de las cotas geométricas X, Y y C del cable (11).

La presente invención utiliza en diferentes modalidades una o dos unidades de cómputo.

- 20 Una unidad de cómputo es un dispositivo que procesa datos, por ejemplo, microcontroladores, micro procesadores, DSCs (*Digital Signal Controller* por sus siglas en inglés), FPGAs (*Field Programmable Gate Array* por sus siglas en inglés), CPLDs (*Complex Programmable Logic Device* por sus siglas en inglés), ASICs (*Application Specific Integrated Circuit* por sus siglas en inglés), SoCs (*System on Chip* por sus siglas en inglés), PSoCs (*Programmable System on Chip* por sus siglas en inglés), computadores, servidores, tabletas, celulares, celulares inteligentes, generadores de señales y unidades de cómputo conocidas por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estas.

- 30 Se entenderá en el presente documento que una tableta es un dispositivo electrónico portátil con pantalla táctil y con múltiples prestaciones.

La primera unidad de cómputo (4) es donde se implementa el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) de la presente invención.

- En una realización de la invención, la primera unidad de cómputo (4) además está conectada a un servidor remoto, el cual cuenta con una base de datos que puede ser visualizada y administrada por un operario.

Opcionalmente, la primera unidad de cómputo (4) está conectada a una segunda unidad de cómputo (5) o mando inalámbrico, estableciendo una comunicación unidireccional o

bidireccional, en la que dichas unidades de cómputo intercambian un mensaje que permite la interacción de un operario desde la segunda unidad de cómputo (5) con la primera unidad de cómputo (4).

5 En un ejemplo particular del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) la primera unidad de cómputo (4) está conectada a una segunda unidad de cómputo (5), donde la segunda unidad de cómputo (5) permite la interacción con un operario.

Alternativamente el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) también se implementa en la segunda unidad de cómputo (5).

10 En una realización de la invención, la segunda unidad de cómputo (5) además está conectada a un servidor, el cual cuenta con una base de datos que puede ser visualizada y administrada por un operario.

15 La forma de conexión de la primera unidad de cómputo (4) con la segunda unidad de cómputo (5) o de mando puede ser alámbrica o inalámbrica mediante un módulo de comunicaciones. Esto permite que un operario realice sus labores de medición de cotas geométricas a una distancia del dispositivo de medición de cotas geométricas (100).

El módulo de comunicaciones se selecciona de un módulo de comunicación alámbrico, un módulo de comunicación inalámbrico y un módulo de comunicación alámbrico e inalámbrico.

20 El módulo de comunicaciones inalámbrico usa una tecnología de comunicación inalámbrica que se selecciona del grupo conformado por Bluetooth, WiFi, Radio Frecuencia RF ID (por las siglas en inglés de Radio Frequency Identification), UWB (por las siglas en inglés de Ultra Wide B-and), GPRS, Konnex o KNX, DMX (por sus siglas en inglés, Digital MultipleX), WiMax y tecnologías de comunicación inalámbricas equivalentes que sean conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de las
25 anteriores.

El módulo de comunicaciones alámbrico tiene un puerto de conexión cableada que permite la comunicación con los dispositivos externos mediante un bus de comunicaciones, el cual se selecciona entre otros, del grupo conformado por I2C (del acrónimo de IIC Inter-Integrated Circuit), CAN (por las siglas en inglés de Controller Area Network) , Ethernet,
30 SPI (por las siglas en inglés de Serial Peripheral Interface), SCI (por las siglas en inglés de Serial Communication Interface), QSPI (por las siglas en inglés de Quad Serial Peripheral Interface), 1-Wire, D2B (por las siglas en inglés de Domestic Digital Bus), Profibus y otros conocidos por una persona medianamente versada en la materia.

35 El módulo de comunicaciones opera con un protocolo que se selecciona entre otros de AS-i de acuerdo con el estándar internacional IEC62026-2, Bristol Standard Asynchronous Protocol (BSAP) (Protocolo Asíncrono Estándar de Bristol, por sus siglas en inglés), CC-Link Industrial Networks, CIP (Protocolo Industrial Común, por sus siglas en inglés), CAN

bus (Red de Area Controlada, por su siglas en inglés) tales como CANopen y DeviceNet, ControlNet, DF-1, DirectNET, EtherCAT, Ethernet Global Data (EGD) (Información Global de Ethernet, por sus siglas en inglés), Ethernet Powerlink, EtherNet/IP, Bus de campo de tipo FINS FOUNDATION (v.g. H1, HSE), GE SRTP (protocolo de transporte de solicitud de servicio, por su siglas en inglés), protocolo HART (Highway Addressable Remote Transducer), Sistema Inteligente Distribuido (Honeywell SDS), HostLink, INTERBUS, IO-Link, MECHATROLINK, MelsecNet, Modbus, Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP/IP o Modbus TCP, Modbus sobre TCP/IP o Modbus sobre TCP o Modbus RTU/IP, Modbus sobre UDP, Modbus Plus (Modbus+, MB+ o MBP), Pemex Modbus, Enron Modbus, Optomux, Process Image Exchange Protocol (PieP) (Protocolo de intercambio de imágenes de proceso, por sus siglas en inglés), Profibus, PROFINET IO, RAPIEnet (Real-time Automation Protocols for Industrial Ethernet) (Protocolos de automatización en tiempo real para ethernet industrial, por sus siglas en inglés), SERCOS interface, SERCOS III, Sinec H1, SynqNet, o Time-Triggered Ethernet (SAE AS6802).

15 Haciendo referencia a la FIG. 9a, en un ejemplo de la invención, la segunda unidad de cómputo (5) tiene un dispositivo de visualización con una interfaz gráfica (GUI por las siglas del inglés, *Graphical User Interface*) en la que un operario interactúa con el dispositivo de medición de cotas geométricas (100).

Para comprender de la presente invención, se debe entender que una GUI, es un método que opera de interfaz de usuario, utilizando un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz. Su principal uso, consiste en proporcionar un entorno visual para permitir la interacción entre un operario y una unidad de cómputo.

Opcionalmente, el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) recibe energía eléctrica para su funcionamiento de una fuente de energía eléctrica conectada a los elementos electrónicos en el dispositivo de medición de cotas geométricas (100).

La fuente de energía eléctrica es un dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos o más terminales como una fuente de corriente alterna, fuente de corriente continua, baterías, fuente fotovoltaica, fuente termoeléctrica, entre otros dispositivos capaces de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos o más terminales y fuentes de energía eléctrica conocidas por una persona medianamente versada en la materia o combinaciones de estas.

En una modalidad de la invención, el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) tiene una batería que se selecciona del grupo de baterías recargables de iones de litio, por ejemplo, baterías LFP, baterías NMC, baterías Li-S, baterías LiPo y otras baterías equivalentes conocidas por una persona medianamente versada en la materia, baterías de plomo ácido, baterías de plomo ácido avanzadas, baterías de hidruro metálico NiMH, baterías de níquel cadmio (NiCd), baterías de bromuro de zinc, baterías de sodio níquel/cloro NaNiCl, baterías zinc aire, baterías redox de vanadio, baterías no recargables

como por ejemplo, baterías de zinc-carbono (batería seca), zinc-cloruro, baterías alcalinas, baterías de litio, baterías de litio-disulfuro de hierro, y otras baterías equivalentes conocidas por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de las anteriores.

5 En otra modalidad diferente de la invención, el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) se conecta a una fuente de corriente alterna a 110 Vca.

Alternativamente, el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) tiene un módulo posicionamiento global GPS (por las siglas en inglés de *Global Positioning System*), que permite determinar el posicionamiento del dispositivo dentro de una estación de teleférico.

10 Alternativamente, la primera unidad de cómputo (4) está conectada a un sensor de inclinación (6), el sensor de inclinación (6) está dispuesto en la placa base (1). El sensor de inclinación (6) mide la inclinación de la placa base (1) y envía dicha medición a la primera unidad de cómputo (4).

El sensor de inclinación (6) mide la inclinación de la placa móvil (1) y expresa dicha inclinación en grados. El sensor de inclinación se selecciona entre otros de inclinómetros
15 capacitivos, inclinómetros MEMS (por las siglas en inglés de MicroElectroMechanical Systems), inclinómetros por conductividad, servoinclinómetros, inclinómetros biaxiales, inclinómetros monoaxiales, entre otros sensores de inclinación conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estos.

20 En una realización particular, la la placa base (1) tiene las siguientes medidas: alto entre 200 mm y 800 mm, ancho entre 100 mm y 800 mm y espesor entre 1 mm y 30 mm;

los elementos de contacto son ruedas acopladas a un eje para cada rueda, donde el primer elemento de contacto (1a) es una rueda con las siguientes medidas: diámetro desde 30 mm hasta 120 mm y ancho entre 10 mm hasta 100 mm;

25 el eje de la rueda del primer elemento de contacto (1a) tiene las siguientes medidas: largo entre 50 mm y 250 mm y un diámetro entre 10 mm y 100 mm;

el eje se acopla por medio de un soporte de eje de las ruedas a la placa base (1) que mantiene separado el eje una distancia determinada entre 10 mm y 100 mm de la placa base (1);

30 el segundo elemento de contacto (1b) son dos ruedas con las siguientes medidas: diámetro desde 50 mm hasta 150 mm y ancho entre 10 mm hasta 200 mm;

el eje para cada rueda del segundo elemento de contacto (1b) tiene las siguientes medidas: largo entre 50 mm y 250 mm y un diámetro entre 10 mm y 200 mm; una separación entre el primer elemento de contacto (1a) y el segundo elemento de contacto (1b) está en un rango entre 400 mm y 800 mm; y

los segundos elementos de contacto (1b) son rodamientos con ejes paralelos, tienen una separación entre sus ejes de 455 mm.

El método de medición de las cotas geométricas (200) de un cable (11) se realiza de forma secuencial, en dicha secuencia miden cotas geométricas en diferentes puntos de un sistema de transporte de teleféricos a lo largo del cable (11) y se almacenan en un registro de memoria de la primera unidad de cómputo (4).

El método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) puede estar en dos posibles estados lógicos de funcionamiento. En un estado de ejecución y en estado desactivado. En el primer estado de funcionamiento tanto la primera unidad de cómputo (4) como la segunda unidad de cómputo (5) se encuentran operando y conectadas.

En un ejemplo del método de medición de cotas geométricas de un cable (200) el estado de ejecución es dado cuando cada uno de los elementos electrónicos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) están encendidos, en funcionamiento y conectados.

Por otro lado, el segundo estado de desactivado se presenta cuando al menos uno de los dos dispositivos (la primera unidad de cómputo (4) o la segunda unidad de cómputo (5)) no están conectados entre sí o están apagados.

El método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11), comprende los siguientes pasos:

a) posicionar un dispositivo de medición de cotas geométricas (100) sobre un punto de medición predeterminado por un operario;

b) ingresar parámetros de un punto de medición predeterminado en una primera unidad de cómputo (4) por un operario;

c) leer un patrón de visualización (7) empleando un primer sistema de visión artificial (2) por medio de la primera unidad de cómputo (4);

d) comprobar el punto de medición con base en los parámetros ingresados en el paso b), la lectura del patrón de visualización (7) y unos parámetros de referencia de un punto de medición de un registro de memoria de la primera unidad de cómputo (4);

e) medir cotas geométricas del cable (11) mediante el primer sistema de visión artificial (2) empleando un método de triangulación láser y almacenar dicha medición en un registro de memoria de la primera unidad de cómputo (4) y pasar al paso a).

En un ejemplo del paso a), un operario o una máquina ubica el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) sobre un punto de medición predeterminado. La máquina puede ser una grúa, un brazo robótico o cualquier máquina que permita cargar, desplazar y ubicar

el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) en dicho punto de medición predeterminado.

Opcionalmente, el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) es ubicado sobre la primera región de rodadura (8) y la segunda región de rodadura (9) empleando los
5 elementos de contacto (1a) y (1b).

Alternativamente, el operario sujeta el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) por medio de una agujero (1c) ubicado en la placa base (1) mediante una línea de vida a una línea de guarda que se encuentra a lo largo de las regiones de rodadura del sistema de transporte de teleféricos y permite que el operario cambie la ubicación del dispositivo de
10 medición de cotas geométricas (100).

Opcionalmente, el paso b) que consiste en ingresar parámetros de un punto de medición predeterminado en una unidad de cómputo por un operario. Puede llevarse a cabo mediante una GUI desplegada en un dispositivo de visualización de la primera unidad de cómputo (4) y/o la segunda unidad de cómputo (5).

15 Haciendo referencia a la FIG. 9b se muestra un ejemplo de una GUI de Estación (21) desplegada gráficamente en el dispositivo de visualización de la segunda unidad de cómputo (5) y comprende tres listas desplegables: una primera lista desplegable de línea (21a), una segunda lista desplegable de estación (21b) y una tercera lista desplegable de punto (21c) que permiten seleccionar los parámetros de un punto de medición del
20 dispositivo de medición de cotas geométricas (100) relacionados a la estación, línea, estación y punto respectivamente.

El método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) permite que un operador seleccione línea, estación y el punto en la estación de teleférico en la cual se realiza la medición de cotas geométricas, subsecuente a la selección de la línea, estación y
25 punto de medición, la primera unidad de cómputo (4) descarga unos parámetros de referencia de un punto de medición asociado a las cotas geométricas de dicha línea, estación y punto desde un servidor remoto que contiene una base de datos con estos parámetros de referencia. Estos parámetros de referencia son los valores de referencia para cada una de las cotas que se miden en un punto de medición específico. Por ejemplo, en
30 una estación estos parámetros de referencia corresponden a un parámetro de referencia de cota C, un parámetro de referencia de cota X, un parámetro de referencia de cota Y, un parámetro de referencia de cota D o diámetro del cable.

Para el entendimiento de la presente invención, los parámetros de referencia se configuran de forma local en la primera unidad de cómputo (4), en la segunda unidad de cómputo (5)
35 y/o en el servidor remoto y están disponibles para el método de medición de cotas geométricas de un cable (200).

En una realización particular de la invención, los parámetros de configuración incluyen un ángulo de inclinación de la placa base (1) del dispositivo de medición de cotas geométricas (100).

5 se emplean para determinar si la medida de las cotas geométricas asociadas a la línea, estación y el punto seleccionado son correctas o deben ser ajustadas por el operario por medio de un mecanismo de elevación acoplado a la primera región de rodamiento (8) y/o conectado a la segunda región de rodamiento (9).

10 La base de datos del servidor remoto se selecciona entre otras de bases de datos jerárquicas, base de datos de red, bases de datos transaccionales, bases de datos relacionales, bases de datos multidimensionales, bases de datos orientadas a objetos, bases de datos documentales, bases de datos deductivas y otras bases de datos conocidas por una persona medianamente versada en la materia.

15 Opcionalmente, los parámetros de referencia de cotas geométricas están almacenados en un registro de memoria en la primera unidad de cómputo (4) o en la segunda unidad de cómputo (5), esto permite que el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) pueda funcionar sin necesidad de estar conectado a un servidor remoto.

20 Un registro de memoria incluye, pero no se limita a, memorias RAM (memoria caché, SRAM, DRAM, DDR), memoria ROM (Flash, Caché, discos duros, SSD, EPROM, EEPROM, memorias ROM extraíbles (v.g. SD (miniSD, microSD, etc), MMC (MultiMedia Card), Compact Flash, SMC (Smart Media Card), SDC (Secure Digital Card), MS (Memory Stick), entre otras)), CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD por las siglas en inglés de Digital Versatile Disc) u otro almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cintas magnéticas, almacenamiento o cualquier otro medio que pueda usarse para almacenar información y a la que se puede acceder por una unidad de cómputo.

25 Opcionalmente, en la GUI Estación (21), un operario parametriza el punto específico de medida de los valores de cotas geométricas en el cable (11) seleccionando primero la línea, luego la estación y por último el punto de medición de cotas geométricas en el cable (11) del sistema de transporte de teleférico.

30 En un ejemplo particular de la invención la línea a la que se refiere en la GUI Estación (21) se selecciona entre, líneas de metro: línea A, línea B, línea C; líneas de teleférico línea H, línea J, línea K, línea L, línea M, línea P; línea de tranvías: línea T-A, líneas integradas al metro: línea 1 y línea 2 o combinaciones de estas. La estación del teleférico se selecciona entre Niquía, Bello, Madera, Acevedo, Tricentenario, Caribe, Universidad, Hospital, Prado, Parque Berrío, San Antonio, Alpujarra, Exposiciones, Industriales, Poblado, Aguacatala, 35 Ayurá, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella, San Antonio, San José, Pabellón del agua EPM, Bicentenario, Buenos Aires, Miraflores, Loyola, Alejandro Echavarría, Oriente, entre otras. Así por ejemplo, es posible seleccionar el punto 1 de la estación Loyola de la línea T-A, para descargar los parámetros de referencia correspondientes al punto de medición y

realizar la comparación si la medida de las cotas geométricas en un punto de medición en la estación se encuentran acotados por estos parámetros de referencia o no.

Alternativamente, el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) una vez que un operario selecciona los parámetros de cada una de las listas de la GUI Estación (21), se activa la GUI Comprobar (22).

Opcionalmente, el paso b) consiste en configurar los parámetros de un punto de medición predeterminado de acuerdo al posicionamiento georreferenciado leído de un módulo de posicionamiento. Un ejemplo del módulo de posicionamiento es un GPS.

Subsecuentemente, en el paso c), que consiste en leer un patrón de visualización (7) empleando un primer sistema de visión artificial (2) por medio de la primera unidad de cómputo (4).

Alternativamente, en el paso c) del método de la invención que consiste en leer un patrón de visualización (7) empleando un primer sistema de visión artificial (2) por medio de la primera unidad de cómputo (4), es posible decodificar el patrón de visualización (7) para conocer la ubicación del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) en un punto de medición en un sistema de transporte de teleféricos.

Haciendo referencia a la FIG. 8a, en un ejemplo del método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) para leer el patrón de visualización (7), la primera unidad de cómputo (4) envía un comando al primer sistema de visión artificial (2) para proyectar una a línea láser continua proyectada (2a) longitudinal y centrado en la transversal del patrón de visualización (7) tal cual se muestra en la FIG. 8a. En el ejemplo el color de cada uno de los códigos visuales del patrón de visualización (7) absorbe la intensidad del láser en línea continua proyectada por el primer sistema de visión artificial (2). En interacción entre la línea laser continua proyectada (2a) y el patrón de visualización (7) permite la generación de la línea discontinua (2b) de acuerdo a la reflexión de la línea laser continua proyectada (2a) sobre el primer código visual (7a), el segundo código visual (7b), el tercer código visual (7c), el cuarto código visual (7d) y el quinto código visual (7e). De esta manera la línea discontinua (2b) tiene cinco discontinuidades asociadas a cada código visual de la siguiente manera una primera discontinuidad (7A) asociada a una absorción de la proyección laser sobre el primer código visual (7a), una segunda discontinuidad (7B) asociada a una absorción de la proyección laser sobre el segundo código visual (7b), una tercera discontinuidad (7C) asociada a una absorción de la proyección laser sobre el tercer código visual (7c), una cuarta discontinuidad (7D) asociada a una absorción de la proyección laser sobre el cuarto código visual (7d), una quinta discontinuidad (7E) asociada a una absorción de la proyección laser sobre el quinto código visual (7e). De esta forma el primer sistema de visión artificial (2) mide el ancho de cada discontinuidad para posteriormente comparar con los valores de parámetros determinados.

Un ejemplo particular la medida del ancho de cada discontinuidad del método de medición de cotas geométricas de un cable (200) es: para la primera discontinuidad (7A) ancho de 5 mm, para la segunda discontinuidad (7B) ancho de 5 mm, para la tercera discontinuidad (7C) ancho de 7 mm, para la cuarta discontinuidad (7D) ancho de 5 mm y para la quinta discontinuidad (7E) ancho de 12 mm.

Opcionalmente, método de medición de cotas geométricas de un cable (200) tiene una etapa en la cual, a cada código visual del patrón de visualización (7) es asignada una codificación binaria de acuerdo si el ancho del código visual del patrón de visualización (7) supera cierto valor predefinido. Por ejemplo asignar un valor de cero si el ancho del código visual supera un valor predefinido de 5mm, se asigna un valor de uno, de lo contrario si el ancho del código visual no supera un valor predefinido de 5mm, se asigna un valor de cero.

En otro ejemplo particular, al menos uno de los códigos visuales del patrón de visualización (7) es de una forma triangular, el método de medición de cotas geométricas de un cable (200) en una etapa aplica un método de triangulación láser que permite establecer un valor de distancia de separación, de esta manera se puede establecer que tan cerca o lejos está la línea láser del centro del triángulo.

Haciendo referencia a la FIG. 8b se muestra el mismo patrón de visualización (7) de la FIG. 8a, pero en el cual se proyecta una línea laser continua que está desplazada transversalmente al patrón de visualización (7),

Opcionalmente, el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) incluye una etapa de ajuste a la medición de cotas geométricas acorde a la magnitud del desplazamiento transversal de la proyección en la transversal del patrón de visualización (7).

En un ejemplo particular, cuando el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) se encuentra posicionado sobre el punto de medición, el valor de la discontinuidad generada por un código visual con forma triangular es igual al valor de referencia para el punto de medición en la estación, si es diferente entonces el método de medición de cotas geométricas de un cable (200)

Opcionalmente, en el paso d) que consiste en comprobar el punto de medición con base en los parámetros ingresados en el paso b), la lectura del patrón de visualización (7) y unos parámetros de referencia de un punto de medición de un registro de memoria de la primera unidad de cómputo (4) se realizan las siguientes etapas:

- d1) verificar punto de medición del dispositivo para medición de cotas respecto al punto de medición seleccionado en el paso b) así:
 - si el sistema de visión artificial lee el patrón de visualización, entonces continuar con la siguiente etapa d2);

- si el sistema de visión artificial no lee el patrón de visualización entonces mostrar un mensaje de alerta en un dispositivo de visualización de la unidad de cómputo y volver al paso d).
 - d2) verificar posición del dispositivo para medición de cotas respecto al punto de medición seleccionado en el paso b) siguiendo las siguientes sub etapas,
 - determinar la posición del patrón de visualización con el sistema de visión artificial, entonces continuar con la etapa d2);
 - comparar la posición del patrón de visualización determinada en la sub etapa anterior con base en los parámetros ingresados en el paso b),
- 10 si la posición del patrón de visualización determinada en la sub etapa anterior es igual al parámetro ingresado en el paso b), entonces continuar con el paso d)
- 15 si la posición del patrón de visualización determinada en la sub etapa anterior es diferente al parámetro ingresado en el paso b) entonces mostrar un mensaje de indicando un valor de corrección de distancia en un dispositivo de visualización de la unidad de cómputo y volver a la etapa d2);

Opcionalmente después de la etapa d2) se muestra un mensaje de alerta en un dispositivo de visualización si la comprobación es errada.

- 20 Haciendo referencia a la FIG. 10 se enseña un ejemplo de una GUI de Comprobar del método de medición de cotas en la que se presenta mensajes de advertencia de forma visual de acuerdo al resultado de la comprobación. Por ejemplo, se un mensaje de posición errónea y el valor de desplazamiento en una dirección del dispositivo de medición de cotas geométricas (22b) o un mensaje de posición errónea y el valor de desplazamiento en otra
- 25 dirección del dispositivo de medición de cotas geométricas (22c).

- Opcionalmente, en el paso d) de comprobar, en una realización particular de la invención, el método de medición de cotas geométricas de un cable (200) permite que un operario realice una operación de comprobación del punto de medición empleando un dispositivo de visualización de una segunda unidad de cómputo (5). La operación de comprobación
- 30 muestra un resultado de comprobación en un dispositivo de visualización de la primera unidad de cómputo (4) o genera un mensaje que se envía a una segunda unidad de cómputo (5), el resultado se selecciona entre un mensaje indicando que se debe realizar una comprobación, un mensaje indicando que existe un error en la comprobación y un mensaje en el indicando que la comprobación se ha realizado exitosamente.

- 35 El paso Comprobar permite que un operario identifique si el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) está ubicado en el punto de medición seleccionado en la GUI Estación (21). Para realizar esta comprobación el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) realiza una lectura del patrón de visualización (7) empleando un primer

sistema de visión artificial (2). Opcionalmente se emplea más de un sistema de visión artificial, por ejemplo, primer sistema de visión artificial (2) y segundo sistema de visión artificial (3).

Una vez que se ha comprobado el punto de medición, el método de medición de cotas geométricas de un cable (200) comanda al primer sistema de visión artificial (2) para realizar la adquisición de imágenes proyectando una línea láser sobre los elementos a medir y emplea el método de triangulación láser para obtener las cotas geométricas.

Para realizar la medición de las cotas X, Y y D se proyecta el láser sobre el cable (11) y segunda región de rodadura (9) o riel de circulación y se emplea el método de triangulación.

Haciendo referencia a la FIG. 5b se enseña un esquema de las cotas X, Y y D con base la proyección laser que hace un primer sistema de visión artificial (2) sobre una sección de la segunda segunda región de rodadura (9) o riel de circulación y de la semi-circunferencia del cable (11) sobre las cuales se realizan las mediciones de las cotas. Las herramientas del equipo de medición permiten obtener en la ubicación en el espacio, el centro de la circunferencia mediante una proyección completa, y el borde del riel de circulación que sirve como referencia.

Haciendo referencia a la FIG. 5a, se enseña un esquema de la cota C con base la proyección laser que hace un segundo sistema de visión artificial (3), de forma similar, el método de medición de cotas geométricas de un cable (200) para medir la cota C, realiza una proyección del láser sobre la tercera región de rodadura (10) o riel de desenganche.

En una realización de la invención información de las medidas de las cotas geométricas del cable (11), es almacenada en un registro de memoria de la primera unidad de cómputo (4) y se visualiza en un dispositivo de visualización.

Opcionalmente, dicha información se registra en una base de datos mediante un procedimiento de almacenado, de esta forma se genera un registro histórico de medición que al finalizar el procedimiento podrá ser consultado por el operario. Asimismo, es posible que la información sea almacenada en un archivo de texto plano en una unidad de cómputo.

En una realización particular del método de medición de cotas geométricas de un cable (200) calcula la desviación de las medidas almacenadas en un registro de memoria de una unidad de cómputo y las compara con los parámetros de referencia para cada una de las medidas, y muestra un indicador de desviación en una GUI mediante un dispositivo de visualización de la siguiente manera:

Si la desviación es cero entonces se indica en la GUI se notifica mediante un mensaje que el parámetro es correcto y se encuentra dentro de los límites de los parámetros de referencia. Por ejemplo, con un círculo de color verde; si la desviación es inferior a una

tolerancia definida entonces se indica en la GUI que el parámetro es aceptable. Por ejemplo, con un círculo de color amarillo; si la desviación es superior a una tolerancia definida entonces se indica en la GUI que el parámetro es inaceptable. Por ejemplo, con un círculo de color rojo;

5 Una vez presionado el botón Comprobar se realizan las siguientes comprobaciones:

si el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) no encuentra el patrón de visualización (7), el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) muestra en la GUI de una unidad de cómputo un mensaje de alerta, se deshabilita la GUI Medición y se habilita el botón Comprobar;

10 si el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) identifica que esté mismo se encuentra en el punto de medición, pero desplazado una distancia determinada, el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) muestra en la GUI de una unidad de cómputo un mensaje de indicando una distancia de corrección en una dirección determinada longitudinal al cable (11) se deshabilita la GUI Medición y se habilita una GUI
15 de Comprobar.

si el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) no puede comprobar el punto de medición entonces se muestra un mensaje de alerta, no se habilita GUI de Medición y el botón Comprobar se activa;

si el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) comprueba exitosamente el punto
20 de medición se muestra un mensaje de comprobación exitosa, se deshabilita el botón Comprobar y se habilita la GUI de Medición.

En una realización particular del método de medición de cotas geométricas de un cable (200), el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) es desplazado por un operario de forma secuencial por cada uno de los puntos de medición de la estación de un sistema de
25 transporte de teleféricos.

En una realización del método de la presente invención la medición de los puntos tiene la siguiente secuencia: 1) C1 Entrada, 2) X1, Y1 Entrada, 3) Y2 Entrada, 4) C2 Entrada, 5) X2 Entrada, 6) C3 Entrada, 7) C1 Salida, 8) X1, Y1 Salida, 9) Y2 Salida, 10) C2 Salida, 11) X2 Salida, 12) C4 Salida. No obstante, si la estación cuenta con más puntos de
30 medición, el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) continúa midiendo de forma secuencial todos los puntos de medición de la estación.

Opcionalmente, cuando se compruebe el punto de la estación, el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) es fijado en esta posición por parte de un operario y el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) habilita la GUI Medición en la cual
35 se presenta el botón Medir.

Opcionalmente, el método de medición de cotas geométricas de un cable (200) si el punto de medición ha permanecido estático entonces saldré un mensaje de medición exitosa, de lo contrario saldré uno en donde se menciona que el el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) debe ser desplazado una distancia en específico.

- 5 El método de medición de cotas geométricas de un cable (200) retorna a la etapa de comprobar punto de medición para tomar las medidas de los diferentes puntos de medición en una estación de un sistema de transporte de teleférico hasta que todos los puntos de medida sean tomados. Al finalizar con el último punto de medición se activa la GUI Resultado.
- 10 Opcionalmente, la primera unidad de cómputo (4), luego de obtener un resultado con un mensaje indicando que la medición se ha realizado exitosamente, despliega un mensaje de confirmación y consulta de cambio de medida a un operario.

Alternativamente, la unidad de cómputo muestra un mensaje de resultado o resumen de medición con la medición de cada punto de una estación de teleférico. Dicho resultado se encuentra preferiblemente almacenado de forma local en la misma unidad de cómputo; en 15 una modalidad diferente el resultado puede ser desplegado en una unidad de cómputo remota.

Haciendo referencia a la FIG. 11 se enseña un ejemplo de una GUI de Resultado del método de medición de cotas en la que se lista en forma de tabla con columnas y filas los 20 datos de las mediciones de cotas realizadas, en una primera columna se listan los puntos de medición, por ejemplo C1 IN (24a), X1, Y1 IN (24b), Y2 IN (24c), C2 IN (24d), X2 IN (24d) C3 IN (24e), cada punto de medición comprende dos registros, un primer registro que corresponde a la medida de la cota geométrica realizada por el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) y un segundo registro que corresponde al parámetro de referencia 25 asociado a dicha cota geométrica, una segunda columna (24f) lista el valor medido de la cota, y el valor del parámetro de referencia, una tercera columna (24g) lista los límites permitidos tanto para el valor de la cota como para el valor del parámetro de referencia asociado a la cota , una cuarta columna (24h) lista los valores de medición de los sistemas de visión artificial del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) tanto para la 30 medida de la cota como para el valor de medición, la quinta columna muestra indicadores de colores para los estados relacionados a las cotas geométricas medidas.

El resultado o resumen de medición tiene cada valor obtenido en la medición de cada punto tomado de forma secuencial con ángulos y distancias. Por ejemplo, en una modalidad en la que el dispositivo de medición de cotas geométricas tiene dos sistemas de visión artificial, 35 el primer sistema de visión artificial (2) se encarga de tomar una medida de la cota X y la cota Y, por su parte, el segundo sistema de visión artificial (3) se encarga de tomar la cota C.

Opcionalmente, en el mismo mensaje resumen de medición se presenta un botón de finalizar, con el cual un operario confirma que se tomaron todas las medidas, al presionar el botón de finalizar, la unidad de cómputo envía un mensaje con los datos tomados a una unidad de cómputo remota y/o almacena de forma local en la primera unidad de cómputo (4).

Opcionalmente, en un ejemplo del método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) clasifica el estado de cada medida de cota geométrica en correcto, marginal y erróneo.

Alternativamente el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) permite exportar un archivo con los datos de las cotas geométricas medidas a un registro de memoria de la primera unidad de cómputo (4) o la segunda unidad de cómputo (5) o enviar directamente al servidor remoto.

Opcionalmente, después del paso d) el método tiene una etapa f) de Corrección en la cual un operario selecciona cotas que tienen un estado inaceptable para actualizar la medición de la cota posterior a realizar una labor de mantenimiento o ajuste de elevación de las regiones de rodadura.

Luego de obtener las mediciones de cotas geométricas mediante el uso del dispositivo de medición de cotas geométricas (100), un operario procede realizar un ajuste manual de segunda región de rodadura (9) para garantizar que los desplazamientos del cable no superen el límite establecido en los diseños de estaciones de teleféricos, a su vez, cumplir con condiciones de seguridad en la operación.

Alternativamente, después del paso e) se incluye un paso f) que consiste en mostrar los datos de la medición de cotas del paso c) en un dispositivo de visualización de una segunda unidad de cómputo (5).

Haciendo referencia a la FIG. 6, se enseña un ejemplo particular del método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) sigue la siguiente secuencia de etapas: una primera etapa de establecer porta-instrumentos y unidad de cómputo remota (201), pasar a una etapa de establecer comunicación entre el porta-instrumentos y la unidad de cómputo remota (202), luego posicionar el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) en un punto de medición (203), posteriormente diagnosticar dispositivo (204), pasar a una etapa de ingresar parámetros de un punto de medición (205).

Haciendo referencia a la FIG. 7 se enseña la continuación del método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) del ejemplo enseñado en la FIG. 6, después de ingresar parámetros de un punto de medición (205) se determina la posición espacial del patrón de visualización (206).

Luego, se pasa a una etapa de comprobar posición espacial del patrón de visualización (207), posteriormente, verificar si hay error en el punto de medición (208), si hay error en

el punto de medición entonces se ajusta el punto de medición (209) y se retorna a la etapa de determinar la posición espacial del patrón de visualización (206), si no hay error en el punto de medición entonces se verifica si hay error en la posición (210), si hay error en la posición entonces se sigue a un paso de mover hacia adelante o hacia atrás (211) el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) y regresar a la etapa de determinar la posición espacial del patrón de visualización (206). Por el contrario, si no hay error en la posición entonces se sigue a un paso de verificar si hay error de comprobación (212).

En un ejemplo del método de medición de cotas geométricas de un cable (200) la etapa de verificar si hay error en el punto de medición (208) corresponde a establecer si un patrón de visualización (7) coincide con un punto de medición seleccionado por un operario.

Si hay un error de comprobación entonces se pasa a la etapa de volver a comprobar el punto (213) y se retorna a la etapa de comprobar posición espacial del patrón de visualización (207). Por el contrario, si no hay un error de comprobación entonces se pasa a la etapa de medir cota geométrica (214).

Subsecuentemente, después de la etapa de medir cota geométrica (214) se verifica si la cota está fuera de rango (215), si la cota está fuera de rango entonces se pasa a una etapa de mostrar valor de medida fuera de rango (216). Después de la etapa de mostrar valor de medida fuera de rango (216) se verifica si se desea corregir (217), si se desea corregir entonces se pasa a una etapa de ajustar cota (218) y se retorna a la etapa de medir cota geométrica (214), por el contrario, si no se desea corregir entonces se pasa a una etapa de almacenar valor de cota geométrica medida (219).

En la etapa de verificar si la cota está fuera de rango (215), si la cota no está fuera de rango entonces se pasa a la etapa de almacenar valor de cota geométrica medida (219) y posteriormente a una etapa de verificar último punto (220), si es el último punto entonces se pasa a la etapa de mostrar resumen de valores medidos de cotas geométricas (221) y se finaliza el método, de lo contrario, si no es el último punto se retorna a la etapa de ingresar parámetros de un punto de medición (205).

Alternativamente, antes de la etapa a) un operario energiza el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) mediante el accionamiento de un interruptor de encendido.

Opcionalmente, el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) al energizar el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) y la segunda unidad de cómputo (5) muestra un mensaje de bienvenida y consulta por el ingreso de credenciales de acceso del operario por medio de una GUI.

Opcionalmente, y después de energizar el dispositivo de medición de cotas geométricas (100), la primera unidad de cómputo (4) realiza un diagnóstico inicial en el cual envía un mensaje con un código a cada uno de los elementos electrónicos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100).

Opcionalmente, en una realización del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) que tiene además una segunda unidad de cómputo (5), la segunda unidad de cómputo (5) establece una conexión con la primera unidad de cómputo (4), además la segunda unidad de cómputo (5) realiza un diagnóstico inicial en el cual se envía un mensaje con un código a cada uno de los elementos electrónicos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100).

Para el entendimiento del presente documento, debe entenderse que energizar corresponde a proveer de fluido eléctrico a los elementos electrónicos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100).

Haciendo referencia a la FIG. 9a se presenta una interfaz de usuario en la cual se muestra una GUI de diagnóstico de operación (20), dicha GUI comprende un ícono de cotas X, Y (20a), un ícono de cota C (20b), un ícono de nivel (20c), un ícono de encendido (20d), un ícono de comunicación WiFi (20e) y un ícono de nivel de batería (20f) para que un operario interactúe por medio de una GUI con la primera unidad de cómputo (4) y/o con la segunda unidad de cómputo (5) y observe los diferentes estados de operación de cada uno de los elementos electrónicos que conforman el dispositivo de medición de cotas geométricas (100).

Así las cosas, el ícono de cotas X, Y (20a) cambia su color dependiendo de un funcionamiento correcto o no del primer sistema de visión artificial (2) o del segundo sistema de visión artificial (3) encargado de la medición de las cotas X y Y, dependiendo si el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) tiene uno o dos sistemas de visión artificial. Por ejemplo, el ícono de cotas X, Y (20a) presenta un color verde cuando el primer sistema de visión artificial (2) funciona correctamente y color rojo si el primer sistema de visión artificial (2) no funciona correctamente.

Por su parte, el ícono de cota C (20b) cambia su color dependiendo de un funcionamiento correcto o no del primer sistema de visión artificial (2) o del segundo sistema de visión artificial (3) encargado de la medición de la cota C, dependiendo si el dispositivo de medición de cotas geométricas (100) tiene uno o dos sistemas de visión artificial. Por ejemplo, el ícono de cota C (20b) presenta un color verde cuando el segundo sistema de visión artificial (3) funciona correctamente y color rojo si el segundo sistema de visión artificial (3) no funciona correctamente.

De otro lado, el ícono de nivel (20c) cambia su color dependiendo de un funcionamiento correcto o no del sensor de inclinación (6) encargado de la medición del nivel del dispositivo de medición de cotas geométricas (100). Por ejemplo, el ícono de nivel (20c) presenta un color verde cuando el sensor de inclinación (6) funciona correctamente y color rojo si el sensor de inclinación (6) no funciona correctamente.

Por otra parte, el ícono de encendido (20d) cambia su color dependiendo de un funcionamiento correcto o no de cada uno de los elementos electrónicos del dispositivo de

medición de cotas geométricas (100), es decir del primer sistema de visión artificial (2) y/o del segundo sistema de visión artificial (3), del sensor de inclinación (6) y del módulo de comunicaciones. Por ejemplo, el ícono de encendido (20d) presenta un color verde cuando cada uno de los elementos electrónicos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) funcionan correctamente y color rojo si al menos uno de los elementos electrónicos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) no funciona correctamente.

El ícono de comunicación WiFi (20e), cambia su color dependiendo de un funcionamiento correcto o no del módulo de comunicaciones encargado de establecer la conexión entre la primera unidad de cómputo (4) y la segunda unidad de cómputo (5). Por ejemplo, el ícono de comunicación WiFi (20e) presenta un color verde cuando se ha establecido una conexión correctamente entre la primera unidad de cómputo (4) y la segunda unidad de cómputo (5) y color rojo si el sensor de inclinación (6) no se ha establecido una conexión correctamente entre la primera unidad de cómputo (4) y la segunda unidad de cómputo (5).

El ícono de nivel de batería (20f), cambia su color y porcentaje de relleno de color de acuerdo al nivel de carga de una batería que provee de potencia eléctrica al dispositivo de medición de cotas geométricas (100), el nivel de carga de la batería puede ser representado por el ícono de nivel de batería (20f) mediante un porcentaje y/o una barra de nivel o barra de progreso.

Opcionalmente el ícono (20d) permite que en cuanto un operario accione dicho ícono mediante un toque o presión en el dispositivo de visualización, el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) verifica si todos los elementos electrónicos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) operan correctamente o si alguno de estos elementos electrónicos está desconectado o en mal funcionamiento. En caso de que alguno de los elementos electrónicos esté desconectado el sistema notifica el estado de desconexión mediante una ventana de advertencia. Por el contrario, si todos los elementos electrónicos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) se encuentran operando correctamente entonces el ícono indica gráficamente el funcionamiento correcto.

Alternativamente, después de paso de verificar que todos los elementos del dispositivo de medición de cotas geométricas (100) operan correctamente el método de medición de cotas geométricas (200) de un cable (11) habilita una GUI de Estación (21) para permitir un operario configurar los parámetros de un punto de medición del dispositivo de medición de cotas geométricas (100).

Ejemplo del dispositivo de medición de cotas geométricas de un cable:

Se desarrolló e implementó el dispositivo y el método de medición de cotas geométricas (100) con los siguientes elementos:

La primera unidad de cómputo (4) es un PLC, la cual tiene las siguientes características técnicas relevantes:

- 8 Entradas Digitales Integradas, de ellas 6 pueden ser configuradas para conteos de Alta velocidad HSC.
- 6 Salidas Digitales Integradas, de ellas 4 pueden ser configuradas para Control por Tren de Pulsos de hasta 100kHz.
- 5 • 2 Entradas Análogas Integradas de Voltaje de 0 – 10Vdc con una resolución de 10 bits.
- Interfaz PROFINET IO Controller y Device Integrada.
- Soporta protocolo MODBUS TCP.

La segunda unidad de cómputo (5) es un PLC, la cual tiene las siguientes características técnicas relevantes:

- 4 Entradas Análogas configurables $\pm 10V$, $\pm 5 V$, $\pm 2.5 V$; 4-20mA, 0-20mA.
- Resolución de 12 bits + 1 bit de Signo.

SITOP UPS1600 10 A Ethernet/PROFINET (6EP4134-3AB00-2AY0) con módulo Batería SITOP UPS1100 de 7Ah (6EP4134-0GB00-0AY0), la cual tiene las siguientes características técnicas relevantes:

- Interfaz PROFINET/Ethernet.
- Bornera de IO con 4DI/3DO.
- Propiedades de lectura de Datos de Diagnóstico, Mensajes de Alarma y variables vía PROFINET tales como:
 - 20 ○ Capacidad de Baterías instaladas.
 - Voltaje actual de las baterías instaladas.
 - Estado de las baterías instaladas.
 - Tiempo de Almacenamiento.
 - Código de Alarma
 - 25 ○ Valor de Voltaje y Corriente de Entrada
 - Valor de Voltaje y Corriente de Salida
 - Temperatura de encerramiento UPS.

Se realizó la medición de corriente demandada por cada uno de los elementos

- Primera unidad de cómputo (4): 400mA con Módulo Entradas Análogas: 45mA.
- 30 • Módulo de comunicaciones: Access Point: 450mA y Switch Ethernet: 70mA
- Sensor de inclinación: inclinómetro: 100mA.
- Primer Sistema de visión artificial (2): Perfilador láser 3D de línea: 550mA.
- Segundo Sistema de visión artificial (3): Perfilador láser 3D de punto: 550mA.

Total de demanda de corriente: 2165mA.

35 De esta forma se tiene una autonomía de 2 horas con 15 minutos aproximadamente con la batería de 7Ah.

En la realización particular de la invención se realizaron mediciones de diferentes cotas geométricas del cable como se ilustra a continuación:

Medición de la cota C1 Entrada y C1 Salida con un primer sistema de visión artificial (2) con valor de medición de 495 mm con tolerancia +5/ -1 mm.

- 5 Medición de la cota C2 Entrada y C2 Salida con un primer sistema de visión artificial (2) con valor de medición de 300 mm con tolerancia +5/ -1 mm.

Medición de la cota C3 Entrada y C3 Salida con un primer sistema de visión artificial (2) con valor de medición de 300 mm con tolerancia +5/ -1 mm.

- 10 Medición de cota X1 Entrada y X1 Salida con un segundo sistema de visión artificial (3) con un valor de medición de 125 con tolerancia de +/- 1 mm.

Medición de cota Y1 Entrada y Y1 Salida con un segundo sistema de visión artificial (3) con un valor de medición de 100 con tolerancia de +/- 1 mm.

Medición de cota X2 Entrada y X2 Salida con un segundo sistema de visión artificial (3) con un valor de medición de 135 con tolerancia de +/- 2 mm.

- 15 Medición de cota Y2 Entrada y Y2 Salida con un segundo sistema de visión artificial (3) con un valor de medición de 98 con tolerancia de +/- 1 mm.

Preferiblemente estas mediciones se ejecutan en el siguiente orden: 1) C1 Entrada, 2) X1, Y1 Entrada, 3) Y2 Entrada, 4) C2 Entrada, 5) X2 Entrada, 6) C3 Entrada, 7) C1 Salida, 8) X1, Y1 Salida, 9) Y2 Salida, 10) C2 Salida, 11) X2 Salida, 12) C4 Salida.

- 20 La presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.