



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 1%

Date: miércoles, septiembre 29, 2021

Statistics: 97 words Plagiarized / 18833 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

Resumen Establecer un manual de procedimientos de medición aplicable a la tecnología CMM mediante la máquina Mitutoyo Crysta Plus M 7106, que está disponible en el Instituto Superior Universitario Central Técnico. Cabe manifestar la importancia de conoceremos el funcionamiento, la utilidad, las ventajas y desventajas de una CMM; los tipos de máquinas en el mercado, las partes principales que la constituyen, varios accesorios que facilitan mediciones de diferentes objetos, los conceptos fundamentales y cómo lleva a cabo su funcionamiento. En este contexto se realizar un análisis gráfico y analítico de datos e información proporcionada por los estudiantes de la Escuela de Mecánica Industrial con respecto a la CMM.

También se detalla las fórmulas utilizadas para dicho análisis. Que se lo explicará de manera más amplia y detallada cada uno de los dispositivos, circuitos y herramientas utilizadas por la CMM. Esto es, encontraremos la descripción del hardware y el software utilizado para realizar mediciones. En el software se describe la pantalla principal y varias secundarias, además de cómo utilizar paso a paso algunas herramientas que están a disposición de usuario.

Finalmente, se analizan los resultados y las conclusiones a las que se llegaron, una vez terminado este documento. Además, se recomiendan posibles mejoras del espacio y de máquina. Abstract Establish a manual of measurement procedures applicable to CMM technology using the Mitutoyo Crysta Plus M 7106 machine, which is available at the Instituto Superior Universitario Central Técnico. It is worth mentioning the importance of knowing the operation, the usefulness, the

advantages and disadvantages of a CMM; the types of machines on the market, the main parts that constitute it, various accessories that facilitate measurements of different objects, the fundamental concepts and how it carries out its operation. In this context, a graphic and analytical analysis of data and information provided by the students of the School of Industrial Mechanics with respect to the CMM will be carried out.

The formulas used for said analysis are also detailed. That each of the devices, circuits and tools used by the CMM will be explained in a more comprehensive and detailed way. That is, we will find the **description of the hardware** and software used to perform measurements. The software describes the main screen and several secondary screens, as well as how to use step by step some tools that are available to the user. Finally, the results and the conclusions reached, once this document is finished, are analyzed. In addition, possible space and machine improvements are recommended.

Arte Las tecnologías aplicables a las CMM, evolucionan rápidamente en los últimos años a nivel internacional así como el uso cada vez mayor en el ámbito industrial de ellas, ya que por medio de una estructura mecánica permite el libre movimiento de un cabezal de medición, la introducción de palpadores electrónicos permiten tomar medidas al "vuelo", es decir sin tener que detener la máquina en el punto de medición, es importante el esfuerzo que desarrollan organismos internacionales de normalización para mantenerse a la par de los desarrollos tecnológicos, al incorporar oportunamente las normas requeridas.

En la industria ecuatoriana para realizar el control de mediciones e inspección de geometrías se utilizan dispositivos que se denominan Brazo Faro es una máquina de medición por coordenadas portátil que permite verificar fácilmente la calidad de productos al llevar a cabo inspecciones 3D, comparaciones CAD, análisis dimensionales, ingeniería inversa y más.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA El problema de investigación Formulación del problema **En el laboratorio de** CNC del Instituto Superior Universitario Central Técnico se encuentra la máquina Mitutoyo Crysta Plus M7106, la cual realiza mediciones mediante coordenadas, el problema radicó en la falta de documentación para la operación de la misma, por lo tanto, fue necesario el desarrollo y aplicación de un manual que permita a los estudiantes realizar pruebas y ejercicios de aplicación **Objetivos** **Objetivo general** Desarrollar un manual de procedimientos de medición aplicado a la tecnología CMM mediante la máquina Mitutoyo Crysta Plus M 7106 del taller de CNC que permita a los estudiantes del Instituto Superior Universitario Central Técnico comprender el funcionamiento de la máquina y aplicar estos conocimientos en el ámbito laboral y profesional.

Objetivos específicos Definir el principio de funcionamiento de la máquina Mitutoyo Crysta Plus M 7106 Identificar partes fundamentales que conforman la máquina Mitutoyo Crysta Plus M 7106 Realizar pruebas de funcionalidad a la máquina Mitutoyo Crysta Plus M 7106 **Justificación** La mecánica industrial se involucra en varios sectores. En los cuales muchos de sus procesos son sensibles y requieren que sus productos se fabriquen sin errores y con tolerancias muy estrechas. Este proyecto se enfocó que los estudiantes adquieran nuevas capacidades en el uso de esta máquina, además que esta iniciativa abrirá un mayor número de oportunidades y conocimiento que mejore la calidad en el ámbito académico y profesional, ya que las empresas optan por contratar personal capacitado para un mejor proceso de fabricación de productos de calidad. **Alcance** El proyecto se centró en el diseño de un manual que permitirá a los estudiantes ampliar su conocimiento acerca de la tecnología CMM.

Métodos de investigación Investigación bibliográfica. Se investigó la información en relación a la máquina, sus características y aplicación en la industria mediante páginas web y libros. Investigación descriptiva. En esta etapa se describió el comportamiento de la máquina mediante la realización de pruebas con el software. Investigación de campo. Se recolectó información mediante personal apto en el uso de esta máquina. **Marco teórico** Definición de manual. Tipos de manuales industriales. Definición de máquina. Generalidades. Historia. Características. Aplicación. Partes principales. Principio de funcionamiento. Ejes de trabajo de la máquina. Palpadores. Condiciones ambientales que afectan a la CMM.

Proceso de medición. Desventajas de la CMM. Ventajas de la CMM. Aspectos administrativos **Recursos humanos** Tabla 1 Nómina de personas presentes en el proyecto **Nombre** _Desempeño _ _Byron Cayambe _Estudiante _ _Jimmy Sangucho

_Estudiante _Ing. Torres Sandino _Tutor _Fuente: Cayambe B. y Sangucho J.
Recursos técnicos y materiales Tabla 2 Detalle de servicios. Recursos _Unidades
_Costo _ _Software _1 _\$5838.00 _ _Resmas de papel _1 _\$14.00 _ _Transporte
_ \$50.00 _ _Fuente: Cayambe B. y Sangucho J. Viabilidad El proyecto fue factible
gracias a la colaboración de profesores y estudiantes, no presenta ningún
impedimento técnico, legal o económico.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO DE LA MÁQUINA CMM Definición de manual Se denomina manual de uso a un documento escrito o digital, el cual consta de información acerca de técnicas de utilización y recomendaciones para el correcto funcionamiento de una máquina industrial. Con el fin de facilitar al usuario la puesta en marcha de un equipo o máquina Tipos de manuales industriales. Manual de puestos Este tipo de manual es descrito como un instructivo donde se relacionan funciones y cargos del personal en una organización empresarial.

Manual de producción Por medio de la aplicación de este manual se desarrolla un orden continuo de las fases de trabajo que intervienen en un proceso de producción. **Manual de operación** Este tipo de manual es uno de los más importantes ya que en este escrito se detalla claramente una guía con la finalidad de que el operador de una máquina aclare dudas acerca del equipo que se va a utilizar. (WordPress manuales administrativos ,2014) (Vivanco Vergara, 2017).

Definición de máquina CMM Una CMM se define como máquina de medición por coordenadas la cual es un instrumento de medición en un sistema de coordenadas cartesianas, con valores en tres ejes X, Y, Z al tomar un punto de referencia. Al unir esta serie de puntos, es posible obtener características geométricas de un componente ya sea éste simple o complejo por medio de un palpador. Una máquina tridimensional es capaz de tomar medidas de estos puntos en el espacio y determina dimensión, forma, posición y actitud. (Henao & Orozco, 2011).

Generalidades En el entorno actual es imprescindible la utilización de máquinas de medición por coordenadas por ende es necesario realizar inspecciones específicamente en la producción de piezas mecánicas con el fin de controlar las medidas y tolerancias específicas. Según el artículo de Soler López, Martínez Barragan, Regla Hernández dijo: "la ciencia comienza donde empiezan las mediciones". Esto refleja la implementación de la metrología en la sociedad humana, ya que es una de las ciencias más antiguas e importantes, ya que no solo los científicos la necesitan se utiliza también por cualquier tipo de persona que tenga la necesidad de realizar mediciones Por definición medir es comparar magnitudes del mismo tipo al tomar una magnitud como referencia de unidad y la medición es una operación que se realiza con instrumentos para determinar un valor numérico.

La **calidad es una propiedad** que caracteriza un bien o servicio con respecto a los **de su misma especie**. La metrología es la ciencia que se encarga de medir y la función metroológica es un componente básico del sistema de calidad en una

sociedad exigente, esto promueve cada día más la competitividad industrial que demanda una mayor calidad en sus productos. Con el avance tecnológico en auge, la tecnología de control dimensional desarrolla conocimientos suficientes como para implementar en la industria con medidas precisas, fiables y rápidas con la finalidad de cubrir cada vez mayores exigencias del sector industrial. (Nieto Salinas, 2017). Historia En 1960 la empresa Ferranti creó una CMM de uso industrial.

La máquina contó con una pantalla digital, que mejoraba el sistema análogo convencional, para la medición de la longitud, utilizó una retícula óptica que desarrolló el NPL (National Physical Laboratory) en el Reino Unido. La primera CMM salió a la venta por Mitutoyo en 1968, con el modelo A1. En este modelo se utilizó la escala vernier para determinar los puntos de medición. Sony se encargó de desarrollar la magnescape (sistemas de escalas con un codificador magnético) con una resolución de 0.01 mm, para su comercialización.

Esta escala la incorporó Tokyo Seimitsu y por Mitutoyo en sus CMM digitales, que se comercializaron entre los años 1969 y 1970. A partir de entonces se desarrollan varios tipos de CMM, que utilizan diferentes tipos de principios para medición de longitud, que incluye el codificador Moiré, el rotatorio de cremallera, el inductor, el magnético y el óptico lineal. Mitutoyo creó un codificador lineal (Gráfico 1), que se utilizó en la CMM del año de 1971, con una exactitud de 0.001 mm, y realiza mediciones a altas velocidades para su tiempo. / Gráfico 1 Codificador Lineal.

Fuente: (Moreno, 2003) Las CMM's fueron el producto a implementar en los equipos CNC, estos instrumentos son necesarios para obtener mediciones específicas y más precisas, posteriormente en 1973 la compañía Carl Zeiss desarrolló una CMM, equipa un palpador, una computadora y un control numérico. Este avance incentivó al desarrollo de diversas marcas y modelos de máquinas de medición por coordenadas, que se distinguen entre sí por los materiales de fabricación, el software, alcances de medición, etc. (Henao & Orozco, 2011) Importancia Las CMM's pueden resultar hasta cierto punto rutinarias y de fácil uso. Este tipo de máquinas cuenta con sistemas automáticos donde se ejecutan programas para realizar mediciones.

Además, se debe reconocer, como todo instrumento de medición, la obtención de sus magnitudes dependerá de la aplicación correcta de sus diferentes capacidades como son: la configuración del palpador, variación del ángulo, la estructura de la CMM y de su resolución. La medición tridimensional por coordenadas se aplica a los procesos productivos de diversos productos, es importante en la industria, no sólo para que cumpla con las normas ISO establecidas para cada producto, sino

que exista una mínima pérdida de materia prima para maximizar las utilidades que es el propósito de cualquier empresa. Se debe aplicar el control de calidad dimensional (cilindricidad, distancia entre planos, medición de ángulos, paralelismo, planicidad, redondez, etc.)

es el principio para el cual se desarrolló la CMM. (Henao & Orozco, 2011). Características de la CMM Permite realizar de forma manual o automática la toma de medidas dimensionales y desviaciones de un objeto simple o complejo. La operación automática se realiza mediante un programa de medición, que se instaló con anterioridad en un ordenador. Las máquinas son competentes para realizar mediciones de forma repetitiva. (Carrasco Tuesta, 2014) Aplicación de la CMM Para el control entre el objeto físico y el diseño teórico se utilizan especificaciones como: dimensiones, forma, posición, actitud.

Identificar las características geométricas dimensionales de objetos que son desconocidas. (Henao & Orozco, 2011) Partes principales de la máquina CMM En las máquinas CMM's existen cuatro subsistemas (Gráfico 2), que conforman y son importantes para que la máquina funcione, estos son los siguientes: Sistema mecánico: Este se conforma por la estructura donde se encuentran los carros, que son elementos que permiten el posicionamiento en **cada uno de los ejes** (x, y, z).

Para la estructura metálica se toma en cuenta dos exigencias primordiales, que son las siguientes: Altas velocidades para realizar las mediciones. Las partes móviles se realizan con la finalidad de reducir su masa. Cuenta con cojinetes los cuales se activan con presión de aire. Medición con alta presión. Se reducen los juegos entre las piezas móviles. La estructura tiene una excelente rigidez para evitar deformación. Cabezal de medición: Se encarga de medir los puntos de interés en la pieza, existen varios tipos de cabezales entre los que se encuentra; el cabezal de contacto, que cuenta con un sensor que emite una señal al contacto con la superficie del objeto a medir, el cabezal láser que emite una luz para medir la distancia a la pieza.

Sistema de control: Este sistema se conforma por el control de la máquina, el cual permite el desplazamiento de la máquina con una velocidad y aceleración constante, ir a una posición con exactitud micrométrica, además de compensaciones geométricas. Software de medición: Se encarga de recibir la información del cabezal de medición, y de transformar esos puntos en líneas, superficies y volúmenes para modelar la geometría de la pieza. (Cabello Marquez, 2016) (Carrasco Tuesta, 2014) / Gráfico 2 Partes principales de máquina CMM.

Fuente: Cabello Marquez (2016) Principio de funcionamiento de una CMM Ejes de trabajo de la máquina Una máquina de medición por coordenadas desarrolla su trabajo, mediante ejes los cuales arrojan un dato de medición en el plano (X, Y, Z), el cual se procesa mediante el software y se almacena en la computadora, la máquina CMM incorpora un punto el cual es el origen de medición se define como coordenada (Gráfico 3): (0, 0,0) a partir de este punto empieza el dimensionamiento de la geometría que se desea medir. (Club Mexicano de usuarios de máquinas de coordenadas, 2019) / Gráfico 3 Alineamiento del cero pieza y cero máquinas.

Fuente: Club Mexicano de usuarios de máquinas de coordenadas (2019) Palpadores de la máquina CMM La máquina CMM realiza el proceso de extracción de la geometría de una pieza al realizar contacto sobre está, a este mecanismo se le denomina sistema de palpación, cada vez que el palpador de la máquina realice un contacto sobre la superficie de la geometría se adquiere un dato que proporciona la información específica de cada pieza. El palpador de contacto usualmente se usa para tomar las medidas, este provee una señal al sistema de control al momento del contacto entre el palpador y el objeto.

Existen dos tipos de palpadores según la señal que se envía al sistema de control, el primero por interrupción y el segundo es tipo proporcional. (Gráfico 4). / Gráfico 4 Tipo de palpador según la señal emitida. Fuente: Carrasco Tuesta (2014) Señal tipo on – off Alta velocidad al enviar la señal. Tiende a un error al contacto con la pieza, por motivo de la anisotropía del palpador. Palpador tipo proporcional Baja señal al enviar información en comparación al tipo on – off. Alta exactitud de medición. El palpador es similar a un CMM pequeño. (Carrasco Tuesta, 2014).

El sistema de palpación puede se ejecuta por varios tipos de instrumentos como son: Palpador de bola Este tipo de palpador se aplica para la mayoría de operaciones de palpación gracias a su fácil acoplamiento a superficies de contorno plano, consta de bolas de rubí industrial de extrema dureza (Gráfico 5), para mantener la rigidez en el punto de palpación las bolas de rubí se establecen sobre materiales como cerámica y carbono. (Mitutoyo ,2013). / Gráfico 5 Palpador tipo bola. Fuente: Mitutoyo (2013) Palpador en estrella El uso específico de este tipo de palpador es inspeccionar límites de superficies internas como ranura y la pared de un agujero. (Gráfico 6).

Se define un plano de referencia por cada punto de análisis del palpador. (Mitutoyo ,2013). / Gráfico 6 Palpador tipo estrella. Fuente: Mitutoyo (2013)

Palpador en aguja Este tipo de palpador se emplea específicamente para realizar inspecciones de geometrías en forma de rosca (Gráfico 7) como también inspeccionar la ubicación de agujeros muy pequeños de forma más precisa. (Mitutoyo, 2013).

/ Gráfico 7 Palpador en aguja Fuente: Mitutoyo (2013) Palpador de disco Se denomina palpador de disco ya que se utiliza para palpar muescas y estrías en diámetros internos a los que no se podría acceder con un palpador convencional (Gráfico 8), sólo es necesario indicar el plano de referencia de un diámetro, pero se limita el contacto efectivo a las direcciones X e Y únicamente. (Mitutoyo, 2013). / Gráfico 8 Palpador tipo disco Fuente: Mitutoyo (2013) Aplicación de tecnología en la Ejecución de una CMM Mecánica de precisión La tecnología que se aplica acerca de mecánica de precisión refiere a operaciones por control numérico, este sistema se encarga de posicionar el elemento sensor en un punto de la geometría de la cual se requiere la medición. Programas aplicativos Es importante implementar tipos de software que orienten a mejorar la comunicación entre la máquina CMM y el ordenador.

Sensorialidad Dispositivos que escanean las coordenadas de los puntos que yacen en la superficie de la pieza a medir, con o sin contacto con la misma. Configuración de alineamientos Al colocar la pieza sobre la mesa de coordenadas, no queda perfectamente paralela a los ejes de medición de la CMM, de tal forma que si se quiere medir un punto en el espacio de la pieza se introducirá un error de alineamiento. A fin de eliminar este error es necesario alinear la pieza para que quede paralela a las escalas de medición. (Gráfico 9).

Se puede alinear mecánicamente, es decir manualmente, Mediante el software de la CMM, que consiste en rotar o asignar los ejes de la CMM a los ejes de la pieza. Es decir (X_m , Y_m , Z_m) las coordenadas máquina pasarán a ser (X_p , Y_p , Z_p) coordenadas pieza. (Club Mexicano de usuarios de máquinas de coordenadas, 2019). / Gráfico 9 Alineamientos de la pieza y mesa de trabajo. Fuente: Club Mexicano de usuarios de máquinas de coordenadas (2019) Escala de medición de la CMM La escala de medición cumple una función importante en el funcionamiento de la máquina, porque precisa el punto de medición al tocar el palpador la superficie de la pieza a medir (Gráfico 10), además de representar en el plano cartesiano la escala que usualmente son de luz fotoeléctrica. (Carrasco Tuesta, 2014). / Gráfico 10 Escala de medición.

Fuente: Carrasco Tuesta (2014) Condiciones ambientales que afectan a la máquina CMM Las condiciones ambientales tienen un efecto adverso hacia las máquinas

CMM con respecto a las dimensiones en términos de: exactitud, eficiencia de la máquina y mantenibilidad. Se recomienda lo siguiente: Temperatura: Las CMM's normalmente se fabrican para trabajar en un cuarto donde la temperatura se mantenga constante de $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a 1°C , si no se cumple con esto no se garantiza la exactitud de las mediciones y la repetición de la misma. Humedad relativa: Al existir humedad ocasiona oxidación de diferentes partes de la máquina por lo que afecta su exactitud.

Vibración: Las vibraciones transmitidas desde el suelo a la máquina afecta en gran medida la exactitud al realizar la medición. Polvo: La máquina debe encontrarse en un ambiente libre de polvo, pues este puede dañar componentes de la máquina como las guías axiales, el ordenador donde se almacena la información. Gas corrosivo: al existir la presencia de gases pueden corroer partes importantes de la máquina y por ende afectar la exactitud. Se recomienda que el aire del cuarto donde se encuentra la CMM permanezca en aislamiento del exterior.

Fuentes de energía: Los valores de amperaje y voltaje deben ser según las recomendaciones del fabricante, colocar a tierra la CMM con una resistencia de 100 Ω o menos y debe tener instalaciones eléctricas independientes de otras máquinas. Luz directa y salida de aire: No colocar la CMM en un lugar donde exista luz directa del sol o cerca de salidas de aire. (Carrasco Tuesta, 2014) Sistemas para contrarrestar las condiciones ambientales. Aislantes neumáticos para vibración. La vibración es un factor que afecta al momento de lograr mediciones de alta exactitud, para evitar esto, la máquina cuenta con aislantes neumáticos de vibración (Gráfico 11) que se encuentran en la base del soporte sobre la cual se coloca la CMM.

La función de los soportes es que permita a la mesa de la CMM que se mueva y regrese rápidamente sin pérdida de la exactitud en el proceso (Gráfico 12). Las características de los aislantes neumáticos son los siguientes: Evitar la transferencia de vibraciones del piso a la unidad principal. Permitir la inclinación **de la unidad principal** en fluctuación del peso **de la pieza a** medir. Recuperación rápida de la posición a un nivel específico. (Mitutoyo ,2013) / Gráfico 11 Aislantes neumáticos para vibración. Fuente: Mitutoyo (2013) / Gráfico 12 Ejemplo de vibración durante la medición. Fuente: Mitutoyo (2013) Compensación de temperatura.

La temperatura es perjudicial para la medición de longitudes que requieren precisión, esto se evita al controlar la temperatura dentro de un margen estrecho alrededor de 20°C . (Gráfico 13 y 14). La tecnología que ofrece la máquina de medición por coordenadas Crysta Plus M 7105, permite que la lectura de medidas

sea casi exacta, ya que cuenta con sensores de temperatura en cada uno de los ejes de medición y además de contar con dos sensores más que se colocan sobre la pieza a medir. (Mitutoyo ,2013). / Gráfico 13 Compensación de la temperatura. Fuente: Mitutoyo (2013) Con uso de esta tecnología se obtiene los siguientes beneficios: Minimizar la deformación por temperatura en la estructura principal.

Ejecutar las mediciones a temperaturas estrictas. Mantener una medición exacta, aunque la temperatura ambiental cambie. Facilita el uso de la CMM en áreas de producción. (Mitutoyo ,2013) / Gráfico 14 Medidas contra el calor en la máquina CMM. Fuente: Fuente: Mitutoyo (2013) Tipos de máquinas CMM por su forma de construcción Se puede encontrar varios tipos de máquinas de tipo CMM, las cuales presentan mejores aspectos de acuerdo al tipo de medición para las cuales son requeridas a continuación se detallan las más relevantes: Cantiléver, o de brazo en voladizo.

Este primer tipo de máquina CMM es factible al realizar mediciones en piezas que cuentan con una amplia geometría, por lo contrario, se limita al inspeccionar piezas ligeramente pequeñas (Gráfico 15), el problema radica en el movimiento del brazo de medición esto se debe a que presenta limitaciones en su rigidez por lo tanto se complica obtener movimientos rápidos y precisos con este tipo de máquina. Como tres extremos de la máquina CMM están abiertos facilita la carga y descarga de piezas, permite medir piezas que sobresalgan de la mesa de trabajo.

La operación de trabajo es fácil por el frente y los extremos, al contar con un solo pilar para sujetar el cabezal palpador tiene la mejor exactitud en comparación con la máquina CMM de tipo puente. (Grupo Tecnología Mecánica, 2010) (Ceja Villicaña, 2011). / Gráfico 15 Máquina CMM Cantiléver o de brazo en voladizo. Fuente: Grupo Tecnología Mecánica. Máquina CMM tipo puente. La máquina CMM tipo puente permite buena accesibilidad para realizar mediciones y obtener la geometría de la pieza estructuralmente es simétrico y permiten usar columnas verticales (Gráfico 16), el eje Z con secciones mayores, de lo que deriva una selección más amplia de herramientas aplicables a los cabezales de medición. El eje Z presenta un movimiento vertical, que monta sobre un carro guía que se mueve en dirección X, sentido horizontal.

Este soporta dos columnas que forman un puente, en el cual se mueve en dirección Y. Entre las características de este tipo de máquina es al tener la viga se sostiene por dos columnas tiene menor flexión, lo que mejora la exactitud al realizar la medición de la ofrece el cantiléver. Al mover el puente a uno de los extremos de la máquina facilita la carga y descarga de piezas de trabajo a la mesa.

Otra desventaja se produce al momento de realizar mediciones en intervalos grandes, al estar presente el puente dificulta la maniobrabilidad al operador. (Grupo Tecnología Mecánica, 2010) (Ceja Villicaña, 2011) / Gráfico 16 Máquina CMM tipo puente. Fuente: Grupo Tecnología Mecánica Máquina CMM constituida por pilares. Una máquina CMM constituida por pilares que consta de una viga horizontal móvil y columnas verticales estáticas (ver Gráfico 17), que permite inspeccionar geometrías de tamaño considerable ya que cuenta con un área de trabajo extensa.

Este tipo de máquina presenta la falta de movimiento por parte puente, esto permite que la rigidez sea mayor por tanto tiene una mayor exactitud que las anteriores. Gracias a esta ventaja en el medio las CMM de la más alta exactitud usan este tipo de sistema de puente fijo. Sin embargo, el peso que tiene el puente dificulta el mover el palpador manualmente para realizar la medición, por tanto, cada eje tiene un motor. (Grupo Tecnología Mecánica, 2010) (Ceja Villicaña, 2011) / Gráfico 17 Máquina CMM constituida por pilares.

Fuente: Grupo Tecnología Mecánica Tipos de máquinas CMM por tipo de ejes de trabajo Generalmente el proceso de toma de mediciones en máquinas CMM se realiza al establecer una relación en 3 ejes de trabajo correspondientes (X, Y, Z,) pero cabe recalcar que existen máquinas en la industria que pueden trabajar mediante la aplicación de un solo eje de trabajo. (Carrasco Tuesta, 2014) Máquina CMM de tres ejes. Este tipo de máquinas extraen la geometría de la figura al desplazarse sobre un plano (X, Y) y al adaptarse a la profundidad de la pieza al utilizar como referencia un eje axial (Z). (ver Gráfico 18).

Este tipo de máquinas presentan grandes beneficios al cubrir rangos de medida muy amplios como también tener acceso a gran variedad de cabezales de contacto y ópticos con la finalidad de analizar piezas de alta complejidad e inspeccionar zonas de difícil acceso de una geometría. (Carrasco Tuesta, 2014) / Gráfico 18 Trabajo de una CMM de 3 ejes Fuente: Grupo Tecnología Mecánica Máquina CMM con un eje. Al paso de los años la tecnología por máquinas tipo CMM alcanzan niveles considerables al implementar un método de medición mediante máquinas que trabajan con sistemas de medición con láser esta metodología ofrece beneficios como: Mayor precisión en la toma de mediciones Alcanzar incertidumbres por debajo de 0.1um al implementar interferometría láser. Este tipo de máquinas consta de las siguientes partes (ver Gráfico 19 y 20).

Cabezal láser (1) Zona de medida (2) Alineamientos (3) Palpadores (4) (Rafael

Muños Bueno laboratorio de metrología y metrotecnica, 2011) / Gráfico 19 Componentes de una máquina CMM de 1 eje. Fuente: Grupo Tecnología Mecánica / Gráfico 20 Accesorios de una máquina CMM de 1 eje Fuente: Grupo Tecnología Mecánica Proceso de medición de una CMM Realizar el proceso de medición por coordenadas CMM, conlleva a una serie de pasos mediante los cuales se obtiene la geometría del componente que se va a analizar los cuales se detalla a continuación. (Carrasco Tuesta, 2014) Definir especificaciones y geometría.

Es importante tener una idea concreta de la geometría que se va a utilizar para obtener una medición precisa, que determine el correcto dimensionamiento del elemento que se va a analizar, se debe estudiar adecuadamente todas las características a ser medidas como por ejemplo sistema de ajustes y tolerancias (Carrasco Tuesta, 2014) Determinación del sistema de palpación. La medición se puede realizar de dos diferentes maneras esto implica decidir si se aplicara una toma de medidas con contacto o sin contacto, en caso de usarse medición con contacto se utilizará un cabezal mediante articulaciones o uno fijo.

Actualmente la tecnología permite obtener dimensiones mediante visión o con láser. (Carrasco Tuesta, 2014) Materiales que se emplean para la fabricación de máquina CMM En la industria existe una gran variedad de materiales con los cuales se puede construir la máquina CMM, pero el diseño se toma en consideración los siguientes criterios: Coeficiente de expansión térmica: es el coeficiente para medir el cambio relativo en un material al someterse a temperatura. Conductibilidad térmica: es una propiedad que tienen los metales para conducir el calor.

Resistencia al desgaste: es la oposición de un metal a perder material, al tener dos superficies en contacto y producir fricción. Estabilidad dimensional en el tiempo: Rigidez: es la resistencia que posee un cuerpo para deformarse por fuerzas exteriores. Masa: **magnitud que expresa la cantidad de materia** en un cuerpo. Entre los materiales comúnmente utilizados se encuentran los siguientes: Materiales pétreos Estables en el tiempo Resistentes a la corrosión Cuando se golpean no presentan resaltes Acero o fundición Estabilidad dimensional en el tiempo Coeficiente de expansión térmica Aleaciones de aluminio Alta conducción de calor Alto coeficiente de expansión térmica Baja rigidez (Carrasco Tuesta, 2014) Diferencias entre la técnica de medición manual y una medición con una CMM.

Tabla 3 Diferencia entre técnicas de medición. Técnica convencional _Técnica de medición por coordenadas _Se usa más tiempo para la orientación del objeto a medir. _No es necesario orientar el objeto. _Los instrumentos de medición se utilizan estrictamente para la función para la cuales se crearon. _Se adapta

fácilmente a diversas formas de medir gracias al software. _ _La comparación de las medidas se realiza por un patrón de medición. _La comparación de las medidas se realiza con unos modelos matemáticos o numéricos. _ _Las dimensiones, forma y posición se realizan en planos independientes. _Las dimensiones, forma y posición son establecidas con un solo sistema de coordenadas.

_ _Para mediciones repetitivas tiene una mayor dificultad. _Permite la medición en serie, por su capacidad de guardar varios programas. _ _Fuente: Carrasco Tuesta (2014) Desventajas de la máquina CMM Existen desventajas con respecto a la máquina CMM que son las siguientes: Alto costo de la máquina. Alto costo de adecuación para la máquina. Se requiere personal apto La medición solo se puede realizar en un lugar fijo. Se necesita un largo tiempo para la preparación y programación de la máquina (Carrasco Tuesta, 2014) Ventajas de la máquina CMM.

Si se hace una comparación entre metodologías de medición convencionales y la aplicación de una máquina CMM, presenta ventajas como son: Menor cantidad de tiempo en la ejecución de toma de mediciones de una geometría Se puede medir toda el área de trabajo de una pieza con excepción de su base No es necesario la aplicación de cálculos, el palpador que incorpora la máquina se encarga de hacer todo el proceso. El proceso de medición es automático ya que los datos que se generan se transfieren y procesan mediante un software de medición que genera el modelo 3d de la geometría Minimiza los errores humanos, ya que su intervención es mínima.

Elimina las variaciones al realizar varias medidas de la misma pieza. Se minimiza la fatiga del operador, puesto que requiere menos trabajo por parte del operador en comparación con otros métodos. La confiabilidad de la toma de medidas mejora al usar el sistema CNC en la máquina CMM. La toma de medidas de varias piezas iguales se simplifica al usar un programa, que elimina la necesidad de realizar una repetición con cada pieza. (Ceja Villicaña, 2011).

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS SITUACIONAL Metodología de la investigación Se entiende como metodología de la investigación a una serie de pasos y procedimientos a realizar para una indagación específica, a fin de obtener datos y realizar un análisis cualitativo y cuantitativo. Los resultados se obtendrán de diferentes fuentes para tener una respuesta cercana a la realidad que se investigó. Esta metodología permite descubrir respuestas a un problema en específico a través de un método científico. (Brieto, 2014). Métodos de investigación. Investigación descriptiva. La finalidad de la investigación descriptiva es conocer la situación, costumbres y actitudes predominantes por medio de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.

Su objetivo no solo es recolectar datos, también la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. En el documento se utilizó para describir la situación que se encontró la máquina de medición por coordenadas que se encuentra en el Instituto Superior Universitario Central Técnico. (Velducea Contreras, 2015) Investigación bibliográfica. La investigación bibliográfica o documental consiste en la revisión de material bibliográfico existente de forma sistemática, por medio de una búsqueda de información, conocimientos y técnicas con respecto al tema a estudiar.

Este tipo de investigación permitió recopilar información sobre la máquina de medición por coordenadas que se detalló en el Capítulo 2. (Gómez & Fernando, 2014). Investigación de campo. Investigación de campo es aquella que se aplica al extraer datos e informaciones directamente de la realidad a través del uso de técnicas de recolección (como entrevistas o encuestas) con el fin de dar respuesta a alguna situación o problema planteado previamente. En el documento se utilizó la investigación de campo al aplicar una encuesta a fin de recolectar datos, con ayuda de los estudiantes del Instituto Superior Universitario Central Técnico. (Gómez & Fernando, 2014) Expresión de los datos.

Los datos que se obtuvieron después de analizar la información de las encuestas realizadas, se pueden expresar en términos cualitativos y cuantitativos por separado o ambos a la vez. Cualitativo. Se expresa mediante símbolos verbales, se la usa en estudios que tienen como objetivo investigar la naturaleza general de los fenómenos. Tiene un limitado grado de precisión, ya que la terminología varía para diferentes personas y tiempos. (Velducea Contreras, 2015). Cuantitativo. Se expresa por medio de símbolos matemáticos, estos datos se obtienen de un cálculo o medición. (Velducea Contreras, 2015).

Población Se llama población a un grupo de personas, independientemente de la cantidad en comparación de un grupo a otro, pero que viven en un área o lugar geográfico determinado. (Velducea Contreras, 2015). Tabla 4 Población de estudiantes de primero, quinto y sexto de la carrera de mecánica industrial. Nivel _Modalidad _Jornada _Número De Estudiantes _ _Sexto _Tradicional _Nocturna _38 _ _Quinto _Tradicional _Nocturna _28 _ _Quinto _Tradicional _Matutina _19 _ _Primero _Dual _Int.

_26 _ _Primero _Rediseñada _Matutina _27 _ _Primero _Rediseñada _Nocturna _27 _
_Población total _ _165 _ _Fuente: Coordinador de carrera Ing. Nelson Caiza
Elaborado por: Cayambe B y Sangucho J. Muestra Cuando se trata de una población con gran cantidad de personas es necesario utilizar pocas personas con el fin recolectar información, este grupo determinado de personas se denomina muestra. Estas personas se seleccionan con características que representen al resto de la población y poder generalizar los resultados. (Velducea Contreras, 2015).
Fórmula para la muestra. $n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$ Donde: n= muestra
K= Nivel de confianza P= Favor q= Contra N= Población e= error Tamaño de la población. Una población es una agrupación bien definida de objetos o individuos que tienen características similares. Margen de error (intervalo de confianza).

Es una estadística **que expresa la cantidad de** error de muestreo aleatorio en los resultados de una encuesta. Se suele utilizar un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09). Nivel de confianza. Indica **la probabilidad de que** analizar los datos los resultados sean ciertos. Es una constante que depende del nivel de confianza que se tenga. Tabla 5 Constante de nivel de confianza K _1.28 _1.65 _1.69 _1.75 _1.81 _1.88 _1.96 _
_Nivel de confianza _80% _90% _91% _92% _93% _94% _95% _
_Fuente: (Mateu, 2003). Recuperado el 2019
Elaborado por: Cayambe B y Sangucho J. p: La proporción de personas que tienen en la población la característica de estudio. Es una constante p=0.5.

q: La proporción de personas que no tienen la característica de estudio. Constante q=0.5. (Mateu, 2003) Recuperado el 2019 Desarrollo de los cálculos. K= 1.96 P= 0.5 q= 0.5 N= 150 e= 0.05 $n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$
 $n = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.05^2} = 116$ Por el cálculo se determinó que el número de personas que se encuesta es de 116 estudiantes de la población total. Criterios de inclusión y exclusión. Criterios de inclusión. Estudiantes de primero, quinto y sexto nivel, que utilizan el laboratorio de CNC del Instituto Superior Universitario Central Técnico. Criterios de exclusión. Estudiantes que falten el día de la encuesta. Documento de la encuesta en mal estado.

Personas egresadas del Instituto Superior Universitario Central Técnico. Técnica e instrumentos Encuesta. Es un método de investigación para la recolección de datos con la finalidad de obtener información de personas con respecto a diversos temas. La encuesta se utilizó como medio para obtener datos de los estudiantes del Instituto Superior Universitario Central Técnico. (Velducea Contreras, 2015) Cuestionario de preguntas. Es una herramienta de investigación que consta de un conjunto de preguntas que se relacionan a un tema definido, con el propósito de obtener información de más personas que llenaron las encuestas.

Las preguntas se encuentran en la encuesta dirigida a los estudiantes del Instituto Superior Universitario Central Técnico. (Velducea Contreras, 2015) Procesamiento de datos Una vez se obtuvieron los datos se procede a analizar y tabular la información por medio de tablas y gráficos en Excel.

Análisis e interpretación de datos. Pregunta 1. ¿Desearía conocer el funcionamiento de la máquina de medición por coordenadas del taller de CNC del Instituto Superior Universitario Central Técnico? Tabla 6 Funcionamiento de la máquina de medición por coordenadas.

Opción _Frecuencia _Porcentaje _ _Siempre _40 _34,48% _ _Casi siempre _30 _25,86% _ _Algunas veces _25 _21,55% _ _Casi nunca _15 _12,93% _ _Nunca _6 _5,17% _ _Total _116 _100% _ _ / Gráfico 21 Funcionamiento de una CMM. Fuente: Encuestas realizadas

Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Análisis e interpretación Los datos muestran que el 34,48% de los estudiantes dicen que desearían siempre conocer el funcionamiento de la máquina de medición por coordenadas, luego sigue el 25,86% con casi siempre, luego el 21,55% dice que algunas veces, el 12,93% casi nunca y con el 5,17% nunca desea conocer el funcionamiento. La tendencia de estudiantes encuestados muestra el interés de conocer el funcionamiento de las nuevas tecnologías del proceso de medición como lo es la máquina de medición por coordenadas.

Pregunta 2 ¿Le gustaría tener una máquina de medición por coordenadas funcional en el taller de CNC del Instituto Superior Universitario Central Técnico? Tabla 7 Máquina CMM funcional. Opción _Frecuencia _Porcentaje _ _Siempre _35 _30,17% _ _Casi siempre _20 _17,24% _ _Algunas veces _16 _13,79% _ _Casi nunca _15 _12,93% _ _Nunca _30 _25,86% _ _Total _116 _100% _ _ / Gráfico 22 Obtención de una CMM funcional. Fuente: Encuestas realizadas

Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. .

Análisis e interpretación Los datos muestran que el 30,17% de los estudiantes dicen que desearían tener una máquina de medición por coordenadas en el Instituto, seguido del 17,24% con casi siempre, luego el 13,79% dice que algunas veces, el 12,93% casi nunca y con el 25,86% nunca desea tener una máquina CMM en la Institución. Se evidencia un margen de 5% entre los estudiantes que desearían tener una máquina de medición por coordenadas en la Institución. Pregunta 3 ¿Le gustaría realizar prácticas de diseño de geometrías tridimensionales en la máquina de medición por coordenadas del Instituto Superior Universitario Central Técnico? Tabla 8 Prácticas de diseño de geometrías.

Opción _Frecuencia _Porcentaje _ _Siempre _60 _51,72% _ _Casi siempre _26 _22,41% _ _Algunas veces _10 _8,62% _ _Casi nunca _10 _8,62% _ _Nunca _10 _8,62% _ _Total _116 _100% _ _ / Gráfico 23 Prácticas de diseño de geometrías. Fuente: Encuestas realizadas

Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Análisis e interpretación Los datos muestran que el 51,72% de los estudiantes dicen que desearían siempre realizar prácticas en una máquina de medición por coordenadas, seguido del 22,41 % con casi siempre, luego el 8,62 % dice que algunas veces, el 8,62 % casi nunca y con el 8,62 % nunca desea conocer el funcionamiento.

El alto porcentaje de estudiantes dice que siempre desearían realizar prácticas de diseño de geometrías tridimensionales, y al incluir a los que desearían casi siempre representan que la mayoría le gustaría realizar prácticas en la máquina de medición por coordenadas. Pregunta 4 ¿Desearía que se implemente una capacitación en la Institución que se enfoque al manejo de máquinas CMM? Tabla 9 Implementación de una cátedra Opción _Frecuencia _Porcentaje _ _Siempre _65 _39,39% _ _Casi siempre _36 _21,82% _ _Algunas veces _35 _21,21% _ _Casi nunca _20 _12,12% _ _Nunca _9 _5,45% _ _Total _165 _100% _ _ / Gráfico 24 Implementación de una cátedra. Fuente: Encuestas realizadas

Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

Análisis e interpretación Los datos muestran que el 39,39% de los estudiantes dicen que les gustaría siempre tener una cátedra que enfoque parte de esta al manejo de la máquina de medición por coordenadas, seguido del 21,82% con casi siempre, luego el 21,21% dice que algunas veces, el 12,12% casi nunca y con el 5,45% nunca le gustaría tener una cátedra que imparta este tema. Los datos establecen que más de la mitad de estudiantes están interesados en recibir una capacitación previa sobre la manipulación y comunicación del software con respecto a la Máquina de medición por coordenadas CMM.

Pregunta 5 ¿Le gustaría que se desarrolle un manual de uso para la máquina CMM del taller de CNC del Instituto Superior Universitario Central Técnico?? Tabla 10 Desarrollo de un manual de uso Opción _Frecuencia _Porcentaje _ _Siempre _50 _43,10% _ _Casi siempre _23 _19,83% _ _Algunas veces _21 _18,10% _ _Casi nunca _15 _12,93% _ _Nunca _7 _6,03% _ _Total _116 _100% _ _ / Gráfico 25 Desarrollo de un manual de uso. Fuente: Encuestas realizadas

Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Análisis e interpretación Los datos muestran que el 43,10% de los estudiantes dicen que desearían siempre contar con un manual de la máquina de medición por coordenadas, seguido del 19,83% con casi siempre, luego el 18,10% dice que algunas veces, el 6,03% casi nunca y con el 6,03% nunca desea tener un documento de la máquina. La mayoría de estudiantes encuestados muestran el interés de tener un manual para realizar prácticas en la máquina de medición por coordenadas para adquirir este conocimiento.

Pregunta 6 ¿Qué tan importante es la utilización de máquinas tipo CMM en el desarrollo del sector industrial? Tabla 11 Importancia en el sector industrial

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	74	64%
Casi siempre	14	12%
Algunas veces	26	22%
Casi nunca	2	2%
Nunca	0	0%
Total	116	100%

/ Gráfico 26 Importancia en el sector industrial. Gráfico 26 Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Análisis e interpretación Un 64% de la muestra toma como respuesta que siempre es importante la utilización de máquinas tipo CMM en el desarrollo del sector industrial, un 12% respondió casi siempre, un 22% respondió algunas veces, 2% respondió casi nunca y un 4% respondió que nunca es importante la utilización de máquinas tipo CMM La automatización de procesos industriales y la exigencia del control de calidad cada vez más alto en el sector industrial por parte del consumidor requieren que para la producción de piezas mecánicas se lleve a cabo un control de medidas dimensionales mediante la utilización de máquinas CMM, que garanticen el proceso de producción.

Pregunta 7 ¿Le gustaría aprender el plan de mantenimiento que se realiza a una máquina CMM? Tabla 12 Plan de mantenimiento

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	85	73%
Casi siempre	15	13%
Algunas veces	10	9%
Casi nunca	4	3%
Nunca	2	2%
Total	116	100%

/ Gráfico 27 Plan de mantenimiento. Fuente: Encuesta

Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Análisis e interpretación Un 73% de la muestra dice que siempre le gustaría aprender el plan de mantenimiento que se realiza a una máquina CMM, un 13% respondió casi siempre, un 9% respondió algunas veces, 3% respondió casi nunca y un 2% respondió que nunca le gustaría aprender el plan de mantenimiento.

Los resultados indican que la mayoría de estudiantes encuestados están de acuerdo en conocer el plan de mantenimiento, garantizar en principio la vida útil de la máquina y que los resultados que se obtienen de las mediciones sean exactos. Pregunta 8 ¿Desearía conocer la metodología de medición de una máquina CMM? Tabla 13 Metodología de medición.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	90	78%
Casi siempre	10	9%
Algunas veces	8	7%
Casi nunca	6	5%
Nunca	2	2%
Total	116	100%

/ Gráfico 28 Metodología de medición Fuente: Encuesta

Elaborado por: Cayambe B.

y Sangucho J. Análisis e interpretación Un 78% de la muestra dice que siempre le gustaría conocer la metodología de medición de una máquina CMM, un 9%

respondió casi siempre, un 7% respondió algunas veces, 5% respondió casi nunca y un 2% respondió que nunca le gustaría conocer la metodología de medición. El número de estudiantes encuestados consideran que es importante conocer y definir una metodología de medición con el objetivo de desarrollar un instructivo sobre el procedimiento para realizar mediciones.

Pregunta 9 ¿Le gustaría aprender el control y manejo del software de una máquina CMM? Tabla 14 Manejo del software. Opciones _Frecuencia _Porcentaje _ _Siempre _85 _73% _ _Casi siempre _15 _13% _ _Algunas veces _10 _9% _ _Casi nunca _4 _3% _ _Nunca _2 _2% _ _Total _116 _100% _ _ / Gráfico 29 Manejo de software. Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

Análisis e interpretación Un 73% de la muestra dice que siempre le gustaría aprender el control y manejo del software de una máquina CMM, un 13% respondió casi siempre, un 9% respondió algunas veces, 3% respondió casi nunca y un 2% respondió que nunca le gustaría aprender el control y manejo del software. Al interpretar los datos de las encuestas que se realizaron los estudiantes afirman que es importante conocer el funcionamiento de la máquina, pero también es de gran importancia interpretar los datos obtenidos mediante el software de medición que incorpora la máquina CMM. Pregunta 10 ¿Piensa que es importante el estudio de una máquina de medición de coordenadas? Tabla 15 Importancia de estudiar la CMM.

Opciones _Frecuencia _Porcentaje _ _Siempre _82 _71% _ _Casi siempre _18 _16% _ _Algunas veces _9 _8% _ _Casi nunca _5 _4% _ _Nunca _2 _2% _ _Total _116 _100% _ _ / Gráfico 30 Importancia de estudiar la CMM. Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Análisis e interpretación Un 71% de la muestra dice que siempre es importante el estudio de una máquina de medición de coordenadas, un 16% respondió casi siempre, un 8% respondió algunas veces, 4% respondió casi nunca y un 2% respondió que nunca es importante el estudio de una máquina de medición de coordenadas.

La mayoría de estudiantes que realizaron las encuestas dicen que es de gran importancia realizar un estudio detallado acerca de máquinas CMM debido a que son tecnologías que innovan en el sector industrial y es importante mantenerse actualizado tanto en lo personal como en lo profesional.

CAPÍTULO 4

PROPUESTA Antecedentes El Instituto Superior Universitario Central Técnico, en coordinación con la carrera de Mecánica Industrial y el Laboratorio de CNC, dispone con una máquina de medición por coordenadas (CMM) y personal docente calificado, pero la falta de información en cuanto al uso de la máquina de medición por coordenadas, procedimientos o estándares para verificar de medición, no nos permite tener una correcta comunicación y manipulación de la maquinaria de medición, siendo un obstáculo para la educación superior de los estudiantes de la carrera de mecánica industrial, siendo un equipo de medición de coordenadas última tecnología como se muestra en el (Gráfico 31). / Gráfico 31 Máquina del laboratorio de CNC Fuente: Cayambe B.

y Sangucho J. Descripción de problema El Instituto Superior Universitario Central Técnico, cuenta con una máquina de medición por coordenadas marca Mitutoyo Crysta Plus, la cual se desea habilitar para ayudar las actividades de aprendizaje, la investigación y la medición en el Laboratorio de CNC.

En el laboratorio, debido a la poca información que existe en el medio, no se dispone de conocimiento en cuanto a instrucciones de operación, verificación del equipo y tampoco de procedimientos documentados para el manejo del mismo. En el medio industrial a nivel departamental son solicitados los servicios de medición longitudinal por equipos de contacto como lo es la máquina de medición por coordenadas. Entre los ámbitos utilizados esta máquina está el control de calidad de troqueles, medición de piezas y algunos elementos de máquinas usados en su mantenimiento.

Planteo de la solución El alcance aplicable de este instrumento de medición se puede utilizar para la medición de precisión dimensional de varios moldes, teléfonos móviles, computadoras, metales y hardware, plásticos, electrónica, troquelado, serigrafía y plantilla, así como para mediciones auxiliares como 2D y medición 3D según sea necesario en ingeniería inversa, diseño, trazado y edición, etc. CMM del Laboratorio de CNC A continuación, se describen las características de la CMM Laboratorio de CNC, que se utiliza para el desarrollo experimental del presente trabajo.

Asimismo, se muestran una serie de gráficos, con cada uno de los elementos que la componen. (Mitutoyo, 2013) Tabla 16 Características de la máquina CMM Rango de medición _X_505 mm _Y_405 mm _Z_405 mm _Método de guía _Rodamientos de aire de cada eje _Velocidad de transmisión _Modo CNC _Velocidad móvil de cada eje: 8.250 mm/s

(velocidad compuesta máxima: 430mm/s (16,93"/s)) _ _ _ Velocidad de medición: 1 - 3 mm/s _ _ _ Modo Joystick _ Velocidad de movimiento: 0 - 80 mm/s _ _ _ Velocidad de medición: 0 - 3 mm/s _ Aceleración de conducción _980 mm/s² para cada eje (aceleración compuesta máxima: 1697 mm/s²) _ _ Sistema de medición _Codificador lineal _ _Resolución _0.0001mm _ _Mesa de medición _Material _Granito _ _ _Tamaño (plano de montaje de la pieza de trabajo) _ 638 x 860 mm _ _ _Sujeción **de la pieza de** trabajo _M8 x 1.25 _ _Pieza _Altura máxima _545 mm _ _Masa máxima _180 kg _ _Dimensiones (unidad principal) _Altura _2185 mm _ _Ancho _1082 mm _ _Profundidad _1078 mm _ _Masa de la máquina (incluye soporte y controlador) _ 440 kg (515 kg) _ _Condiciones de suministro de aire _Requisito de presión _0,4 MPa _ _Consumo de aire _50 L/min (en condiciones normales) (Fuente de aire: 100 L/min o más) _ _Fuente: Mitutoyo, 2013. Dimensiones de maquinaria CMM.

Es importante conocer las dimensiones externas de la máquina de medición por coordenadas. (Gráfico 32). Nos ayuda para establecer un espacio físico y adecuado para la instalación, al tener como referencia sus dimensiones y sus desplazamientos, permite obtener mediciones de calidad con un margen de error mínimo. / Gráfico 32 Dimensiones externas de la CMM Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

La máquina cuenta con accesorios opcionales que facilitan su operación como la caja de mando (joystick) (Gráfico 33). Cabe recalcar que la máquina CMM de la institución no cuenta con este accesorio y no aplica la caja de joystick para los diferentes trabajos académicos del laboratorio de CNC. / Gráfico 33 Dimensiones de la caja de joystick. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

Instrucciones y precauciones antes de la ejecución de la máquina Precauciones para el uso de la máquina Observe las precauciones e instrucciones que se dan a continuación para aprovechar al máximo la máquina y garantizar la seguridad. Si no se observan estas instrucciones. Se debe mantener especial cuidado para evitar accidentes causados ??por interferencias entre los elementos móviles de la máquina, la pieza de trabajo, la herramienta de sujeción y el operador. (Mitutoyo, 2013) / Gráfico 34 Precauciones en el uso de la máquina. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

La función de parada táctil funciona solo cuando la aguja de medición entra en contacto con la pieza de trabajo o cualquier otro objeto. Si el cuerpo principal de la sonda o el husillo del eje Z. Cuando entra en contacto con la pieza de trabajo, puede ocurrir un accidente grave. Mientras la máquina está en movimiento, asegúrese de mantener las manos y la cabeza fuera del rango de movimiento ya que provocaría un accidente. (Gráfico 34). (Mitutoyo, 2013) Instrucciones respecto al montaje de la pieza de trabajo A veces, la pieza de trabajo se coloca sobre la placa de superficie auxiliar o el bloque paralelo.

Mover la pieza de trabajo mientras está sobre la placa de superficie auxiliar o el bloque paralelo es muy peligroso. Muévalos por separado como se visualiza en el (Gráfico 35). Si la superficie de la mesa está contaminada con aceite, el escurrimiento se colocará entre la superficie de la mesa y la placa de la superficie auxiliar, si este es el caso, se requiere una fuerza considerablemente fuerte para mover la placa y la instancia en la que se separa de la mesa de medición, la pieza de trabajo se dejará allí y luego se ventilar hacia el piso. Es peligroso mover la pieza de trabajo con la placa de superficie auxiliar.

(Mitutoyo, 2013) / Gráfico 35 Instrucciones para el montaje de la pieza. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Recomendaciones ante riesgos eléctricos Preste atención a los peligros de las descargas eléctricas. Cuando realice la inspección y el mantenimiento de la máquina, siga las instrucciones del Manual del usuario y de las etiquetas (Mitutoyo, 2013). Si el operario no tiene el debido conocimiento del sistema eléctrico, no manipular en caso de problemas eléctricos ya que puede ocasionar accidentes y daños a la maquinaria, como podemos visualizar el (Gráfico 36.)

indica una corriente de alta tensión mediante el respectivo etiquetado. / Gráfico 36 Instrucciones de riesgo eléctrico Gráfico 36 Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Tenga cuidado con las piezas de trabajo y las herramientas que caen de la mesa de medición. No coloque objetos innecesarios sobre la mesa. Preste atención a la ropa y zapatos de trabajo. Nunca use zapatillas de deporte. Póngase siempre zapatos de seguridad. El calor del cuerpo humano puede afectar a los resultados de la medición. Use ropa de trabajo de manga larga para no sufrir arañazos en los bordes de la pieza de trabajo.

No ponga su mano ni coloque ningún objeto en el suelo alrededor de la máquina La parte superior del soporte sobresale por encima del extremo de la base. Tenga

cuidado de no golpearse la cabeza, etc. (Mitutoyo, 2013) / Gráfico 37 Instrucciones acerca de las partes de la máquina. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Antes de usar la máquina La CMM Crysta-Plus es una CNC de tipo puente (tipo puente móvil), fácil de operar y de precio accesible, para la medición de piezas de trabajo de pequeño tamaño.,

pero capaz de realizar mediciones de alta precisión en una amplia gama de temperaturas y una excelente estabilidad y receptividad de las mediciones. La Crysta-Plus tiene una sonda que se instala en el extremo del eje Z. Se acciona por un motor en las tres direcciones axiales; X (derecha e izquierda), Y (adelante y atrás) y Z (arriba y abajo). El desplazamiento de la sonda es detectado por los codificadores lineales de alta precisión de Mitutoyo (Escala Lineal), que están instalados en todos los ejes.

Los datos de las coordenadas en cada punto medido se envían al sistema de procesamiento de datos para un sofisticado y eficiente medición y análisis en 2D o 3D de la geometría y los contornos. Estas capacidades son especialmente útiles cuando se miden piezas de trabajo voluminosas que han sido difíciles de manipular o de acceder con microscopios convencionales, y cuando se realizan mediciones multidimensionales de piezas de trabajo de forma compleja.

La Crysta-Plus es el más adecuado para inspeccionar los componentes entrantes, en proceso y finales de, por ejemplo, las siguientes piezas de trabajo: Moldes para prensado, fundición a presión, moldeo por inyección y fundición de precisión Productos moldeados (antes y después del mecanizado) Prototipos de máquinas herramienta de CNC Piezas mecanizadas. (Mitutoyo, 2013) Características de la máquina Crysta-Plus La CMM Crysta-Plus tiene las siguientes ventajas sobre los sistemas de medición convencionales: Las coordenadas de cualquier punto de la pieza pueden ser leídas directamente al colocar la punta de la sonda en contacto con él. No se producen errores de lectura ni errores humanos. Todas las superficies de la pieza de trabajo, excepto la parte inferior, pueden medirse siempre que la pieza de trabajo esté en posición correcta.

Se puede realizar una medición de alta precisión sin necesidad de ninguna habilidad o entrenamiento especial. Además, se reduce el tiempo necesario para el montaje y la medición de la pieza de trabajo. Pueden especificarse puntos de referencia según sea necesario. La unidad de procesamiento de datos determina e imprime instantáneamente las dimensiones, coordenadas y contornos de las piezas de trabajo, y luego compara los valores medidos con los valores nominales y los

límites de tolerancia, lo que resulta en una gran reducción del tiempo de medición y análisis. (Para algunos tipos de piezas de trabajo, la velocidad de procesamiento de datos se ha incrementado varias veces con respecto a los métodos convencionales).

Se dispone de una amplia gama de accesorios, incluido un palpador de señal de contacto, para mejorar el rendimiento del sistema. (Mitutoyo, 2013) Características de la estructura y funciones La estructura del puente (puente móvil) se ha adoptado para que se pueda lograr una aceleración de alta velocidad en un movimiento Y, es fácil montar la pieza de trabajo en la mesa de medición. Los cojinetes neumáticos de alta precisión adoptados para cada eje aseguran una alta linealidad y movimientos suaves de los ejes X, Y y Z. Los codificadores lineales de alta precisión incorporados en cada eje aseguran mediciones de alta precisión.

La adopción de un sistema de balanceo de aire en el conjunto del eje Z ha reducido en gran medida el peso de las secciones móviles. El carril guía del eje Y se fabrica como parte integral de la mesa para asegurar una alta precisión de medición del Crysta-Plus M 7106 durante un largo período de tiempo. El cable de señal del palpador está incluido en el eje Z, lo que elimina la posibilidad de que se rompa el cable y garantiza un funcionamiento sin problemas.

El dispositivo de prevención de caídas incorporado en la unidad de balance del eje Z se activa cuando la presión del aire suministrado cae o cuando se desconecta la alimentación, esto evita que el eje Z caiga. Cuando la presión de aire que se suministra desciende por debajo del valor especificado, se activa el presostato para detener el motor, y evita que se dañen los cojinetes de aire y las superficies de guía. El sistema de compensación térmica integrado en la máquina permite realizar mediciones en una amplia gama de condiciones térmicas.

(Mitutoyo, 2013) Características de Crysta-Plus M 7106 como máquina CNC La CMM Crysta-Plus M 7106 mide automáticamente las piezas de trabajo bajo el control de la computadora, mide automáticamente un lote de piezas de trabajo con el programa de pieza que ha sido creado y almacenado en la computadora cuando la primera pieza de trabajo se mide con la función de aprendizaje La operación en modo de aprendizaje es fácil de realizar al seguir las instrucciones que aparecen en la pantalla del ordenador. No se necesita un lenguaje de programación especial en la creación de programas de piezas.

Para realizar la medición de las piezas restantes se utiliza el programa de piezas, ejecútalo en el ordenador (función de repetición) y el Crysta-Plus M7106 medirá

automáticamente las piezas. (Los programas de piezas pueden ser creados a través de la entrada de datos del teclado Mayor repetibilidad y eliminación de errores humanos: El controlador controla la velocidad y aceleración de cada eje, lo que resulta en una mayor fiabilidad de la medición y la eliminación de errores humanos. Posicionamiento de alta precisión: Se utiliza un sistema de retroalimentación de escala lineal (sistema de circuito cerrado) para proporcionar un posicionamiento altamente preciso de la sonda.

Medición de alta precisión: Como la medición puede realizarse sin sujetar el eje Z a mano, no se producirá ninguna desviación en el eje Z. Esto garantiza una medición altamente precisa. Reducción de la fatiga del operador: Cada eje puede ser controlado desde la caja de control, lo que reduce en gran medida el esfuerzo del operador. Aceleración y desaceleración ideales: Los motores de accionamiento de los ejes son servomotores controlados por el microprocesador y el software, lo que permite acelerar o desacelerar en la CMM Crysta-Plus M 7106.

Dado que la máquina se ensambla y ajusta, se recomienda que la temperatura en una sala sea de $20^{\circ}\text{C}(\pm 1^{\circ}\text{C})$ con una variación mínima para mejorar la precisión de medición nominal de la máquina y mejorar la calidad de fabricación. Funciones de protección del palpador: Para evitar que el palpador se dañe debido a un fallo de funcionamiento, el Crysta-Plus M 7106 está provisto de dos funciones de protección del palpador: una función de parar el palpador que detiene todos los ejes de accionamiento en el momento en que el palpador de la señal de contacto hace contacto con la pieza y una función de retroceso que retira el palpador en la dirección opuesta a su aproximación.

(Mitutoyo, 2013) Condiciones de instalación Las condiciones ambientales Para utilizar el rendimiento de esta máquina y asegurar las siguientes condiciones de instalación: Tabla 17 Condiciones ambientales de las instalaciones Ambiente de temperatura en el que la precisión se garantiza _ Rango _ $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ _ Rango de temperatura en el que se garantiza la operación $10^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ _ Humedad _ 55 - 65% _ Vibración 10 Hz o menos: Amplitud de $2\text{ }\mu\text{m-p}$ o menos $10\text{ a }50\text{ Hz}$: Aceleración de $0,004\text{ m/s}^2$ o menos _ Fuente de aire _ Volumen: 100 L/min o más (en condiciones normales) Presión: $0,5\text{ MPa}$ o más, pero no superior a $0,9\text{ MPa}$ _ _ (Mitutoyo, 2013) Espacio de instalación Cuando la unidad CMM Crysta-Plus se equipa con el sistema de procesamiento de datos, el espacio de instalación que se muestra (Gráfico 38.), es necesario para la instalación, operación y mantenimiento diario. La institución no respetó las medidas que recomienda el fabricante para su instalación.

(Mitutoyo, 2013) / Gráfico 38 Plano de espacio recomendado para la instalación de la máquina CMM Crysta Plus. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Nomenclatura y función Configuración del sistema El Crysta-Plus M 7106 consta de diferentes componentes principales y adicionales (Gráfico 39.), depende del tipo de trabajo y proceso que se realizará se adiciona accesorios que sean necesarios para obtener un control de calidad dimensional, los siguientes componentes son: Unidad principal de CMM Crysta-Plus Stand Controlador CMMC-J (incorporado en el soporte) Caja de mandos (opcional) Unidad de termómetro (opcional) Cables de conexión Computadora (opcional) Sonda(opcional) / Gráfico 39 Composición del sistema Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Fuente: Cayambe B.

y Sangucho J. Unidad principal El siguiente (Gráfico 40.) muestra la apariencia y los nombres de los componentes **de la unidad principal** de Crysta-Plus. / Gráfico 40 Partes **de la unidad principal** CMM Crysta Plus. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Tabla 18 Principales partes de la CMM Crysta Plus

Nombre	Función
_(1)	Unidad de accionamiento del eje Z
_(2)	Conduce el eje Z
_(3)	Barra del eje X
_(4)	Guía el curso del eje X
_(5)	Husillo del eje Z
_(6)	Guía el curso del eje Z
_(7)	Adaptador de la sonda
_(8)	Sostiene la sonda
_(9)	Sonda
_(10)	Detecta la coordenada de posición de una pieza de trabajo
_(11)	Apoyo
_(12)	Sostiene la barra del eje X (con un soporte de aire en la parte inferior)
_(13)	Sensor de temperatura
_(14)	Mide la temperatura de la pieza de trabajo
_(15)	Caja de mandos
_(16)	Caja de control remoto
_(17)	Mesa de medición
_(18)	Guía el curso del eje Y y se utiliza para colocar una pieza de trabajo
_(19)	Stand
_(20)	Se utiliza para instalar la máquina de medición sobre ella
_(21)	Almohadilla de goma para amortiguar las vibraciones
_(22)	Aísla la máquina de la vibración del suelo.

_(12) Unidad reguladora del aire

_(13) Controla la presión del aire y limpia el aire

_(14) Unidad de termómetro (dentro del soporte)

_(15) Mide la temperatura

_(16) Controlador (dentro del soporte)

_(17) Controla el motor de accionamiento para cada eje

_(18) Unidad de accionamiento del eje Y

_(19) Conduce la columna

_(20) Columna

_(21) Soporta las secciones de los ejes X y Z

_(22) Unidad de accionamiento del eje X

_(23) Acciona el deslizador del eje X

_(24) Deslizador del eje X

_(25) Soporta el eje Z y **se mueve a lo largo del eje X**

(Mitutoyo, 2013) Tabla de medición La superficie superior de la mesa tiene un acabado con un alto grado de planicidad y puede utilizarse como superficie de referencia de alta precisión para la medición de piezas de trabajo.

La superficie superior tiene insertos roscados (M8x1,25) para herramientas de

sujeción para asegurar las piezas de trabajo. (Gráfico 41). Apriete los tornillos de fijación dentro del rango de par especificado. La parte de la mesa sirve como guía del eje Y, por lo que tiene una excelente estabilidad de precisión. (Mitutoyo, 2013) / Gráfico 41 Dimensiones del rango de colocación de la pieza de trabajo. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Cuando utilice insertos roscados para sujetar una pieza de trabajo o accesorios, apriete los tornillos de fijación con un par de apriete no superior a 9,8N-m.

Cuando utilice el kit de sujeción de plástico opcional, apriete los tornillos manualmente (gire la cabeza de cada tornillo con los dedos) para no romper las abrazaderas de plástico. Para facilitar la sujeción de la pieza de trabajo, se puede añadir un brazo de extensión opcional al kit de sujeción. (Mitutoyo, 2013) Unidad Reguladora del Aire La unidad de regulación de aire consiste en un separador de neblina, un regulador y un interruptor de presión. (Gráfico 42).

El aire está instalado en la parte delantera del soporte dentro de la cubierta de acrílico. El regulador de aire se utiliza para ajustar la presión y purificar el aire. / Gráfico 42 Unidad reguladora de aire. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Tabla 19 Partes de la unidad reguladora de aire

Nombre	Función
_Filtro de aire	Elimina la humedad y el polvo del aire suministrado
_Separador de vapor	Remueve el vapor de aceite
_Regulador	Ajusta la presión del aire que se suministra a la unidad principal
_Perilla de ajuste de la presión	Se utiliza para ajustar la presión del aire
_Medidor de presión	Indica la presión del aire
_Interruptor de presión	Detecta la presión del aire (Se activa cuando la presión del aire falla por debajo del valor especificado).

_(Mitutoyo, 2013) Adaptador de la sonda Un adaptador de sonda está conformado por diferentes partes (Gráfico 43) acoplado al extremo inferior del eje Z sujeta la sonda con un vástago de 14 mm de diámetro.

El adaptador incorpora un anillo de fricción en el agujero del mango, que puede evitar que la sonda falle cuando se afloja la perilla de la abrazadera. Es importante que al montar o desmontar una sonda, levante la sonda con una mano. La fricción del anillo no es suficiente para levantar la sonda completamente, en el adaptador de la sonda se encuentra un cable de palpación de señal táctil, y el cable de señal va dentro del cabezal del eje Z. (Mitutoyo, 2013) / Gráfico 43 Adaptador de la sonda. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

Controlador "CMMC-J" El CMMC-J es un subsistema que controla el movimiento

del CMM por el ordenador central y transfiere el resultado de la medición al ordenador central. El CMMC-JI incluye la caja de mandos que se utiliza cuando se mide una pieza de trabajo para crear programas de piezas. El CMMC-J monitoriza constantemente el CMM, por lo que hace frente a varios fallos que se producen durante la medición. Se puede conectar al CMMC-J un cabezal de sonda y una caja de mando. El siguiente (Gráfico 44.) muestra la disposición de los componentes del CMMC-J. (Mitutoyo, 2013) / Gráfico 44 Disposición de los componentes del CMMC-J.

Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Caja de mando (Joystick) La caja de mando es un accesorio opcional que facilita los movimientos del puente y sensor para medir, cuenta con una palanca la cual permite el libre movimiento de la sonda al realizar el proceso de medición de una pieza de trabajo. En el (Gráfico 45.) se visualiza los diferentes componentes que conforman una caja de mando tales como el interruptor de emergencia y palanca de mando. / Gráfico 45 Caja de control tipo práctico. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas.

Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Interruptor de emergencia. Al presionar el interruptor de EMERGENCIA (Gráfico 46.), la máquina se detiene completamente. Este interruptor se bloquea cuando se pulsa. Para liberar este interruptor, gíralo en el sentido de las agujas del reloj. Para reiniciar la máquina, apáguela, libere el interruptor de EMERGENCIA y luego encienda la máquina. (Mitutoyo, 2013) / Gráfico 46 Desbloqueo del interruptor de emergencia. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Palanca del joystick. La palanca del joystick "es un accesorio adicional" su principal función es accionar el eje del CMM. En el (Gráfico 47.)

podemos visualizar las relaciones entre las direcciones de inclinación de la palanca y las direcciones de movimiento del CMM son las siguientes: / Gráfico 47 Dirección de movimientos. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. La manipulación en el caso de no tener la palanca joystick, las direcciones de movimiento de la CMM será realizada mediante el ordenador principal en este caso sería una computadora. Interruptor TS (Tactil Sensor). Utilice el interruptor TS para activar o desactivar la señal táctil. Este interruptor se activa cuando su lámpara está encendida. Cuando la lámpara está encendida a modo de joystick, el eje de la CMM puede moverse con la palanca del joystick.

(Mitutoyo, 2013) Botón Apagar/Encender. Al pulsar el botón apagar/encender en el

modo CNC se detiene la CMM. Para reiniciar la CMM, el ordenador central debe enviar un comando, mientras se crea un programa de piezas, al pulsar este interruptor el operador puede especificar un punto de destino. (Mitutoyo, 2013) Botón Inicio/Medir. Cuando la secuencia de encendido ha sido completada por el CMMC-J, la luz piloto del botón inicio/medir se enciende. Al pulsar el botón de inicio/medir, se inicia la secuencia.

Cuando se selecciona el modo de palanca de mando después de completar la inicialización, este interruptor puede usarse para cambiar entre los modos de medición. (Mitutoyo, 2013) Funciones de parar y retroceso del sistema táctil Cuando se introduce una señal táctil en el modo de joystick, el sensor se detiene después de mover una distancia específica en la dirección en que se inclina la palanca del joystick, Este movimiento se denomina "parar por contacto".

Cuando el contacto de la palanca de mando vuelve a su posición neutral después de la parada por contacto, el palpador se mueve a una distancia específica en la dirección opuesta a su aproximación, y luego se detiene. Este movimiento se llama "retroceso por contacto". (Mitutoyo, 2013) Función de reintento del palpador de señal de contacto Esta función se realiza cuando el palpador del sensor de señales de contacto no puede volver a su posición nula durante la medición. Cuando se produce este fallo, el vástago se lleva automáticamente de nuevo al contacto con el punto de medición. Esta operación se denomina "acción de reintento". La acción de reintento se realiza hasta cinco veces.

Si el palpador no vuelve a la posición nula después de que se haya realizado la acción de reintento cinco veces, se producirá un error. (Mitutoyo, 2013) Interruptor de pedal. El interruptor de pedal (Gráfico 48) es un accesorio opcional, su principal funcionamiento es activar la entrada de datos cuando se utilice un microscopio de centrado en lugar de un palpador de señal táctil. / Gráfico 48 Interruptor de pedal. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

Cuando la palanca de mando es utilizable y la luz piloto se enciende, al pulsar el interruptor de pie se activará la entrada de las coordenadas de la sonda actual en el ordenador. Tenga en cuenta lo siguiente: Ponga el diámetro de la sonda a cero (0). No utilice el interruptor de pie mientras crea un programa de piezas CNC. No utilice el interruptor de pie para la medición de planos. No utilice el interruptor de pedal cuando esté conectado un palpador táctil. (Mitutoyo, 2013) Operaciones del sistema. Las operaciones Crysta-Plus M 7106 se realizan con uso del ordenador.

Está disponible dos modos de operación y tres modos de medición que son los siguientes: Modos de funcionamiento (para conducir el Crysta-Plus M 7106) Modo CNC: El Crysta-Plus M 7106 funciona bajo el control numérico del ordenador. Modo Joystick: El Crysta-Plus M 7106 se opera manualmente con el joystick. Modos de medición (para realizar mediciones con Crysta-Plus M 7106) Modo de aprendizaje: Se crea un programa de piezas (normalmente un modo joystick). Modo de repetición Un programa de pieza se ejecuta para la medición permanente en modo CNC. Modo manual: La medición se realiza sin ejecutar un programa de piezas.

Si se va a medir **un lote de piezas**, medir la primera pieza de trabajo con el joystick es el modo de aprendizaje para crear un programa de la pieza. A continuación, ejecute el programa de la pieza en el modo de repetición en modo CNC para medir las piezas restantes. (Mitutoyo, 2013) Realización de la medición automática. Para realizar una medición automática usa el programa de pieza, seleccione el Modo CNC y ejecute el programa de pieza en modo repetición.

El programa de piezas debe tener comandos de movimiento para mover el sensor al siguiente punto de medición y otros comandos necesarios. La pieza de trabajo debe configurarse con los dispositivos de manera que cada uno de ellos esté ubicado en la misma posición en la mesa de medición. (Mitutoyo, 2013) Medición de piezas de trabajo con joystick Para medir una sola parte utilizar un sensor de señal táctil o cuando se utiliza un sensor enumera a continuación, seleccione el modo joystick.

Microscopio de centrado Sistema de monitor CCTV Micrómetro eléctrico, indicador de marcación Para medir un **lote de piezas de** trabajo de manera eficiente al utilizar uno de los sensores anteriores, cree un programa de piezas que contenga solo comandos de medición en el modo de aprendizaje. La ejecución de este programa de pieza en el modo de repetición le permite medir muchas piezas de trabajo simplemente al ingresar puntos de medición, sin tener que ingresar números de comando de medición, etc. Si utiliza los sensores anteriores, inserta el enchufe ficticio (Gráfico 49.) es un accesorio estándar en el conector de la sonda de señal táctil en el adaptador de sonda. (Mitutoyo, 2013) / Gráfico 49 Conexión de enchufe ficticio.

Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado: Cayambe B. y Sangucho J. Inspección y mantenimiento. Presión de aire. Comprobar que el medidor de presión del regulador indica 0,4 MPa. No mueva por la fuerza ninguno de los miembros axiales cuando la presión esté por debajo del valor

especificado. (Mitutoyo, 2013) Filtro de aire y separador de neblina. Los elementos que conforman la unidad de mantenimiento, el operador debe de verificar el filtro de aire y el separador de neblina para ver si hay aceite y agua acumulados. (Gráfico 50.).

Escurrirlos al girar los grifos de drenaje si la acumulación alcanza o supera el límite. El drenaje debe realizarse semanalmente. (Mitutoyo, 2013) / Gráfico 50 Purgado. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. El procedimiento para sustituir los elementos es el siguiente: Retire las cajas de plástico del separador de niebla y el filtro de aire. Retire los elementos antiguos. Instalar nuevos elementos. Vuelva a colocar las cajas de plástico. Como se muestra en el (Gráfico 51.) se visualiza un despiece de los elementos que se pueden reemplazar en la unidad de mantenimiento, siendo una guía del operador para el correcto mantenimiento correctivo o preventivo.

/ Gráfico 51 Elementos reemplazables. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Sustitución de cable del cabezal. Si la orientación del cable de cabezal se cambia con frecuencia o si el conector del cable de cabezal se enchufado y desenchufado con frecuencia, algunos núcleos del cable pueden estar rotos debido a la fatiga del metal, de ser así sustituya por un cable nuevo. (Mitutoyo, 2013). Mediante el (Gráfico 52.) se visualiza las partes que conforma el cabezal de la máquina de medición por coordenadas, siendo un soporte importante para el mantenimiento correctivo del cable del cabezal.

/ Gráfico 52 Esquema de cambio de cable del cabezal. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Para realizar el cambio del cable del cabezal se debe seguir los siguientes pasos: Afloje los tornillos (1) y, a continuación, retire el panel trasero. Afloje los tornillos (2) y, a continuación, retire el adaptador de la sonda. Desconecte los conectores (3) y, a continuación, conecte el conector de un nuevo cable de cabezal con el del lado del husillo. Coloque los conectores en el husillo y, a continuación, vuelva a montar el adaptador de sonda. Vuelva a montar el panel trasero.

Preste atención a la posición del casquillo de goma que se indica por una flecha. (Mitutoyo, 2013) Operación de la máquina La unidad de procesamiento de datos en los cuales tiene puertos de conexión del cableado **de la unidad principal**, la unidad de termómetro y la fuente de alimentación. (Gráfico 53.). Ajuste la presión del aire y coloque una sonda. Comprobación del voltaje de la fuente de alimentación. - Comprueba que el ajuste de voltaje del sistema coincide con el

voltaje de la línea. Conexión del sistema.

-Compruebe la forma del conector antes de conectar el sistema. (Mitutoyo 2019) / Gráfico 53 Designación del cableado. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Ajuste de la presión del aire La unidad de mantenimiento donde el regulador de aire montado en la parte delantera del soporte regula la presión del aire que se suministra a los cojinetes de aire. (Gráfico 54.). Paso 1: Abra la válvula de la fuente de aire para suministrar aire al regulador de aire. Paso 2: Ponga la palanca de la válvula de aire en el lado OPEN. Paso 3: Tire hacia abajo la perilla de ajuste de la presión del regulador de aire.

Paso 4: Gire la perilla de ajuste de presión en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a las agujas del reloj para que el medidor de presión indique 0,4 MPa. Paso 5: Colocar la perilla de ajuste de la presión en la posición original. Después de ajustar la presión de aire, el suministro de aire a la unidad principal se controla sólo al abrir y cerrar la válvula. (Mitutoyo 2019) / Gráfico 54 Ajuste del regulador de aire. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. El botón de ajuste de la presión no puede ser girado hasta que se destrabe el seguro.

Si la presión del aire se ventila por debajo del nivel especificado, el interruptor de presión se activa, esto causa que se ilumine el error. Si la presión del aire cae por debajo del nivel especificado, se acciona el interruptor de presión incorporado en la máquina, esto causa un error Después de ajustar el botón de ajuste de la presión, suministre/apague el aire a la unidad principal sólo al abrir/cerrar la válvula. Dado que el filtro de aire y el separador de vapor se ajustan a la especificación de drenaje automático, el drenaje se realiza automáticamente de forma periódica.

(Mitutoyo 2019) Colocación de la sonda Las sondas que utilizan la máquina Crysta-Plus se clasifican en sondas de contacto (sonda de señal de contacto, micrómetro eléctrico, etc.) y sondas sin contacto (microscopio de centrado, etc.). El procedimiento para acoplar el palpador de señales de contacto es el siguiente. (Gráfico 55.): Paso 1: Aflojar el tornillo de la abrazadera del adaptador de la sonda girando en sentido contrario a las agujas del reloj. Paso 2: Introducir el mango del palpador en el orificio $\varnothing 14$ mm de la parte inferior del adaptador de palpador. Paso 3: Gire el mando de la abrazadera para fijar la sonda al adaptador de la sonda.

Paso 4: Conecte un extremo del cable de señal de tacto al conector del lado

izquierdo del adaptador de la sonda y el otro extremo al conector de la sonda. (Mitutoyo, 2019) / Gráfico 55 Instalación del sensor de señales táctiles. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Proceso de ejecución del interruptor de encendido Al colocar el interruptor de encendido como se muestra en el (Gráfico 56.) del CMMC-J en ON, se ilumina la luz piloto verde de encendido. Si se ha conectado una sonda de señal táctil también se enciende el led rojo de estado de la sonda situado en la sonda.

Si no se detecta ningún error en la secuencia de encendido, la luz verde de iniciar se enciende en las luces piloto de la caja del joystick. Cuando se detecta cualquier error, la luz roja de parar parpadea. El código de error también se visualiza en el ordenador central. Cuando se enciende la luz de iniciar, puede operar la CMM al manipular la palanca de mando. Mover la CMM a la posición en la que no choque con la pieza de trabajo durante la inicialización. (Mitutoyo, 2019) / Gráfico 56 Interruptor de encendido de la máquina. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

Arranque de la máquina Cuando se presiona el interruptor de arranque encendido, la CMM comienza la secuencia de inicialización. Durante la inicialización, su trayectoria de la CMM es en (X, Y, Z) para un mejor entendimiento podemos visualizar en el (Gráfico 57.) (Mitutoyo, 2019) / Gráfico 57 Movimiento de la CMM durante la inicialización. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

Cuando la CMM toca el punto de límite, se mueve hacia atrás unos 25 mm (1"), y luego se mueve hacia el punto de límite para detectar el punto ABS (cero máquinas) Después de detectar los puntos ABS de los tres ejes, la CMM retorna a la posición inicial. (Mitutoyo, 2019) / Gráfico 58 Movimiento hasta la posición inicial con referencia a cada eje. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Cuando la CMM alcanza la posición inicial, está listo para iniciar la medición bajo el control del ordenador central, como se muestra en el (Gráfico 58.). Después de completar la inicialización anterior, encienda la computadora principal.

El ordenador central ejecutará el programa de piezas para realizar la medición automática del CNC. (Mitutoyo, 2019) Montaje de una pieza de trabajo La forma correcta que se debe realizar el montaje de la pieza de trabajo (Gráfico 59.), se realiza con el siguiente procedimiento: Paso 1: Coloque la pieza de trabajo en posición correcta en la mesa de medición. Paso 2: Fijar la pieza con el kit de

sujeción de plástico fijado a los insertos roscados (M8 x 1,25) de la mesa. Paso 3: Si no hay disponibles insertos roscados apropiados para sujetar la pieza de trabajo en su posición, utilice un brazo de extensión. (Mitutoyo, 2019) / Gráfico 59 Montaje de la pieza de trabajo.

Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. El propósito de asegurar la pieza de trabajo es evitar que se mueva por el toque de la sonda o la mano. Por consiguiente, los tornillos de fijación no necesitan ser apretados con fuerza. Cuando utilice el kit de sujeción de plástico, apriete los tornillos de sujeción con los dedos. El par de apriete permitido para las plaquitas roscadas (M8 x 1,25) es de 9,81 N-m. Al asegurar la pieza con el kit de sujeción de plástico, asegúrese de que se puede realizar la medición en los puntos de medición requeridos.

Cuando se mide la planitud de una placa delgada, se debe colocar y sujetar cuidadosamente la placa para que no se deforme por su propio peso o por la fuerza de sujeción. (Mitutoyo, 2019) Rango de medición Para la designación de la sonda debemos de tener en cuenta los siguientes elementos como: la sonda, adaptador de la sonda y la longitud de la sonda con respecto al trabajo de medición. (Gráfico 60.). El rango de medición (eje X: 505 mm, eje Y: 405 mm, eje Z: 405 mm del Crysta-Plus está limitado por la longitud y posición de la sonda que se utiliza en la posición vertical como se observa en el (Gráfico 61.) (Mitutoyo, 2019).

/ Gráfico 60 Designación vertical de la sonda. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. El rango de medición del eje Z depende de la longitud de la sonda que está colocada en la Crysta-Plus. Cuando la longitud de la sonda es de 140 mm o más corta, el palpador no alcanza el plano de referencia, aunque el eje Z se baje a su posición más baja. En tal caso, es necesario colocar una varilla de extensión. (Mitutoyo, 2019) / Gráfico 61 Rango de medición cuando la sonda se utiliza en posición vertical. Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

La sonda se utiliza en las posiciones vertical, horizontal e inclinada. En la medición tridimensional, la posición de la sonda cambia con la orientación del plano de medición. El rango de la medición tridimensional es más estrecho que la medición que se realiza con la sonda, sólo para posición vertical. El siguiente ejemplo indica el rango de la medición que se realiza cuando se miden puntos en el plano superior, frontal y derecho de la pieza de trabajo. (Gráfico 62).

(Mitutoyo, 2019) / Gráfico 62 Rango de desplazamiento para realizar la medición tridimensional (plano superior, derecho y frontal). Fuente: Manual de usuario Máquina de Medición por Coordenadas. Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. El rango de medición depende de la orientación del sensor. Antes de montar la pieza, compruebe la orientación de la sonda aplicable (direcciones de medición) para determinar si las mediciones pueden realizarse realmente en los puntos de medición. Cuando se cambia la orientación de la sonda o se realiza una medición automática CNC, se mide la bola maestra para determinar el punto de origen.

Instale la bola maestra de forma que no interfiera con la pieza de trabajo durante el montaje y la medición dentro del rango de medición. (Mitutoyo, 2019) Software de MCOSMOS Pantalla principal Iconos La pantalla principal permite administrar todas las notas, registros e imágenes programa de piezas individuales, vincular archivos de texto, imagen y sonido dentro de la documentación de cada programa parcial, mediante el (Gráfico 63.) Podemos visualizar los diferentes iconos que nos permiten configurar los datos de información con referente al tipo de trabajo de medición que se va a realizar.

/ Gráfico 63 Iconos de la pantalla principal del software MCOSMOS. Fuente: Mitutoyo Corporation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. El administrador del sistema CMM crea el sistema y establece los controladores. Modo de repetición: el modo de repetición ejecutará el programa de piezas seleccionado. Modo de aprendizaje: el modo de aprendizaje es para enseñar un programa parcial o comprobar piezas sin un programa. Modo de edición: el modo de edición es para editar o crear una lista de un programa de piezas. El inicio de sesión: permite al operador iniciar sesión al usar su propio nombre de usuario y contraseña. Salir: sale del software MCOSMOS.

Crear una nueva pieza: Te abre un cuadro de diálogo que le permite definir una pieza nueva y su nombre. Cambiar parte del nombre: La herramienta le permitirá cambiar el nombre de la pieza que se seleccione. Copiar pieza: Copia una pieza en una segunda ubicación y permite cambiar el nombre. Marcar una pieza: Es un medio de selección con el uso de comodines. Eliminar pieza: Eliminará la pieza o piezas que se marque **de la lista de piezas**. Ordenar lista de piezas: Permite ordenar la lista de piezas por nombre o fecha. Segunda lista de piezas: Abre una segunda lista de piezas.

Cambiar de directorio: Abre un cuadro de diálogo que permite la selección de la creación de un directorio de piezas. Respaldo **de la lista de** piezas: Copia de seguridad de **lista de piezas en** un dispositivo específico. Bloc de notas: Abre el

bloc de notas y la asocia al documento creado a la pieza que se escoja. Imagen y sonido: Asocia una imagen o archivo de sonido a la parte que se elija. Lista de piezas: enumera partes en el directorio elegido y muestra información de las mismas, también permite la selección. (Mitutoyo Corpotation, 2015) Asociaciones de funciones de MCOSMOS Mediante el (Gráfico 64.)

se visualizan los diferentes iconos que permiten asociar y modificar el programa diseñado con el administrador MCOSMOS. Se obtiene información del programa de piezas y Asociaciones dentro del administrador de partes del MCOSMOS. / Gráfico 64 Asociación de funciones de administrador. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Información del programa de piezas. Fecha y hora que se crea el programa. Fecha y hora de la última modificación. Asociaciones dentro del administrador de partes del MCOSMOS Partes del programa: indica si el programa de la pieza ha sido escrito Archivo CAD: indica si hay un archivo CAD asociado con el programa de la pieza.

Tarea: Indica que hay tareas de medición que se asocia con la pieza del programa. Recopilación de datos SPC (control estadístico de proceso): Indica que el programa de piezas tiene evaluaciones con control estadístico de procesos especificados en la recopilación de datos lejanos. Archivo bloc de notas: Indica que hay un archivo de texto con notas sobre el programa. Imagen y sonido: Indica que existe un archivo de imagen y/o sonido asociado con la pieza.

Datos de cabeza: permite visualizar los datos de cabeza asociados con el programa de piezas. (Mitutoyo Corpotation, 2015) Administrador del sistema / Gráfico 65 Como abrir en sistema CSM. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Para acceder al CSM (CMM System Manager) seleccione Configuración como se visualiza en el (Gráfico 65.). A continuación, seleccione Administrador del sistema CMM, o seleccione la herramienta CSM en la barra de herramientas, entre las funciones que realiza el CSM están: Actuar como constructor de máquinas.

El CSM se utiliza para definir la bola maestra del sensor. El CSM se utiliza para definir cualquier bastidor de cambio de sonda. El CSM utilizará las funciones anteriores para definir todos los controladores de la CMM. (Mitutoyo Corpotation, 2015) / Gráfico 66 Administrador del sistema MCOSMOS. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Mediante el (Gráfico 66.) tenemos una referencia de cómo modificar el administrador del sistema CMM, Se abre el CSM en una nueva la barra de herramientas, para añadir una máquina, seleccione el icono Agregar máquina.

En el cuadro de diálogo Agregar CMM configuración el nombre de la CMM de la institución que es Crysta Plus M 7105 Seleccione Crear en la pantalla de constructor de máquinas. Seleccione Aceptar. (Mitutoyo Corpotation, 2015) / Gráfico 67 Pantalla para agregar una máquina. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Seleccione el tipo de máquina y expanda la lista. Elegir el tamaño de la máquina. Se visualiza una vista previa de la máquina. Dar clic en Agregar, para añadir la máquina como se muestra en el (Gráfico 67.). Para eliminar la máquina o cualquier otro componente, seleccionar el componente de la lista. Dar clic en eliminar.

(Mitutoyo Corpotation, 2015) / Gráfico 68 Selección de tipo de bola maestra del sensor. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Para seleccionar una bola maestra de sensor. Coloque la bola maestra en el CMM. Clic en Añadir para colocar la bola maestra en la máquina como se muestra (Gráfico 68.). Definir la bola y el diámetro del vástago. Dar clic en OK. Repetir para un sistema con múltiples sensores de bolas. Seleccionar Continuar para avanzar al siguiente paso. (Mitutoyo Corpotation, 2015) / Gráfico 69 Colocación de un nuevo sensor en la máquina CMM. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

Seleccionar el cambio de bastidor del sensor. Colocar el bastidor en la máquina. Girar el bastidor a la orientación tal como está montado en el (Gráfico 69.). Seleccionar Agregar para añadir el bastidor a la máquina. / Gráfico 70 Conectar el sensor con la máquina. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Selección de bastidor 1, y elegir un cabezal de sondeo compatible con ese bastidor como se visualiza en el (Gráfico 70.) Si no selecciona el cabezal de la sonda. El proceso va a abrir el creador de sensores. Creador de sensores Mediante los (Gráfico 71; 73.)

podemos visualizar los diferentes procedimientos que se debe realizar para la creación de sensores y nos permitirá la creación de una lista adicional de sensores. / Gráfico 71 Pantalla de creador de sensores. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. En el Creador de sensores, dar clic en RT de un componente para que se vuelva rojo, si este se pone rojo significa que tiene ese componente como se muestra en el (Gráfico 71.). Hacer clic en RT en sus componentes, para crear una biblioteca de los componentes. Seleccione Mostrar, esto permite visualizar los componentes después de que la biblioteca esté completa. Seleccionar el siguiente componente.

Ir a Vista previa del componente Seleccionar Agregar para añadir el componente seleccionado al sensor. (Mitutoyo Corpotation, 2015) / Gráfico 72 Pantalla para añadir un sensor nuevo. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Seleccionar la vista previa del sensor. Para ampliar el sensor, mantener pulsado el botón derecho del ratón y arrastrar hacia arriba o hacia abajo. Para orbitar el sensor, mantener pulsado el botón del ratón izquierdo y arrastrar el ratón. Para desplazar el sensor, mantener pulsado ambos botones del ratón y arrastrar el ratón. Seleccionar OK para completar el proceso de creación de sensor como se muestra en el (Gráfico 72.).

(Mitutoyo Corpotation, 2015) / Gráfico 73 Crear lista de sensores adicional. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Para definir la lista de sensores adicionales verificar con Rt, escoger el puerto. Seleccionar Configuración del puerto. La velocidad de acoplamiento se coloca en 100 mm /seg. Seleccionar el componente en ese puerto. Verificar su selección Seleccionar OK. Elegir un puerto para definir esa lista y seleccionar la lista de sensores como muestra el (Gráfico 73.). (Mitutoyo Corpotation, 2015) / Gráfico 74 Ajuste de parámetros del sensor. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

Mediante el (Gráfico 74.) podemos visualizar los diferentes pasos que se debe realizar para configurar los ajustes de parámetros del sensor. Pulse en el bastidor para establecer los parámetros de movimiento. Definir una posición de seguridad para desplazar de forma segura al bastidor dentro de un programa de piezas. Establecer los ajustes en los parámetros como velocidad de aproximación, número de puertos y distancia de salida. Seleccione OK. Calibrar el bastidor para aplicar estos cambios (Mitutoyo Corpotation, 2015) / Gráfico 75 Orientación gráfica del sensor. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Mediante el (Gráfico 75.)

podemos visualizar los diferentes pasos que se debe realizar para la configuración de la orientación gráfica del sensor que se realizará. Seleccionar gráficamente las orientaciones del sensor. Obtener la vista previa del sensor seleccionado. Agregar o quitar el sensor seleccionado. Dar clic en OK. (Mitutoyo Corpotation, 2015) Calibración de sensor Gestor de datos del sensor. Mediante los (Gráfico 76; 80.) podemos visualizar los diferentes procedimientos que se debe realizar para el ingreso al gestor de datos del sensor tiene la herramienta tal como se define en el administrador del sistema de la CMM, la configuración de sensor en el sistema, la selección del sensor adecuado para la medición por coordenadas y la correcta administración de los datos del sensor. / Gráfico 76 Ingreso al gestor de datos de

sensor. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

Para medir con la CMM, un sensor se debe definir y calibrar. Para calibrar, seleccione Sonda en el menú. Seleccionar Gestión de datos de sensor o gestión de datos de sensor desde la barra de herramientas como se aprecia en el (Gráfico 76.). (Mitutoyo Corpotation, 2015) / Gráfico 77 Gestor de datos del sensor. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. El gestor de datos de sensor tiene la herramienta tal como se define en el administrador del sistema de la CMM. Seleccionar constructo de sensores como se aprecia en el (Gráfico 77.). Administrador del sistema. (Mitutoyo Corpotation, 2015) / Gráfico 78 Sistema de configuración de sensor. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J.

Reemplace los componentes modificados según sea necesario como se muestra en el (Gráfico 78.). / Gráfico 79 Selección de sensor. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. La longitud del sensor se mide desde la espaldilla hasta el centro de la esfera. La longitud de trabajo efectiva (EWL) se aprecia en el (Gráfico 79.). Al seleccionar un sensor óptico tener en cuenta el tamaño. / Gráfico 80 Administrador de datos del sensor. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Para calibrar los sensores, seleccione Marcas para verificar y seleccionar los sensores definidos y, a continuación, seleccionar calibrar como se aprecia en el (Gráfico 80.).

Calibración de sensor de forma manual Mediante los (Gráfico 81; 83.) podemos visualizar los diferentes procedimientos que se debe realizar para la respectiva calibración manual, al tener en cuenta 5 puntos estratégicos para la calibración de forma manual que permite obtener como resultado un archivo de sondeo. / Gráfico 81 Pantalla para calibrar de forma manual el sensor. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Seleccionar Calibración manual.

Elegir el número de puntos a censar, se recomienda 5 puntos como se aprecia en el (Gráfico 81.). Seleccionar OK. (Mitutoyo Corpotation, 2015) / Gráfico 82 Los 5 puntos a censar. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Medir los puntos, 4 en la mitad y 1 en la parte superior como se aprecia en el (Gráfico 82.). . Estos puntos deben ser cada 90° para comprobar la mayor parte de la bola maestra. / Gráfico 83 Archivo de datos del sensor. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Después de calibrar es posible que desee archivar la sonda como se visualiza en el (Gráfico 83.).

El archivado del sondeo creará un archivo para su recuperación en una fecha

posterior con la sonda tal como se creó, todas las orientaciones definidas y los datos de calibración (Mitutoyo Corporation, 2015) Inicio de modo aprendizaje Mediante los (Gráfico 84; 88.) podemos visualizar los diferentes iconos que nos permiten realizar en el modo de aprendizaje, algunos elementos del menú permiten el acceso a todas las funciones del modo de aprendizaje. / Gráfico 84 Ingreso del modo aprendizaje Fuente: Mitutoyo Corporation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Seleccionar una pieza de la lista de piezas. Dar clic en el modo CMM aprendizaje.

Si existe un programa de piezas como es evidente por el icono CMM en la lista de piezas, aparecerá el cuadro de diálogo. Escoger Sí para continuar o No para elegir una pieza diferente como se aprecia en el (Gráfico 84.). (Mitutoyo Corporation, 2015) / Gráfico 85 Pantalla con un programa existente. Fuente: Mitutoyo Corporation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Si existe un programa para el nombre de la pieza que ha abierto, se le dará la lista opción que se muestra. La opción reaprender permite entrar en el modo de aprendizaje en una parte programar y continuar la programación. La opción sobrescribir eliminará el programa y le permitirá iniciar uno nuevo.

El programa de pieza nueva permite que varios programas de piezas residan bajo el mismo nombre en la lista de piezas como se aprecia en el (Gráfico 85.). Seleccione Aceptar al finalizar. (Mitutoyo Corporation, 2015) / Gráfico 86 Herramientas y menús del modo aprendizaje. Fuente: Mitutoyo Corporation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Elementos de menú permiten el acceso a todas las funciones del modo de aprendizaje como se aprecia en el (Gráfico 86.). Las barras de herramientas contienen la disponibilidad de toda la funcionalidad del menú.

Las barras de herramientas son editables y se pueden acoplar según las preferencias de los usuarios. (Mitutoyo Corporation, 2015) / Gráfico 87 Ventana del modo aprendizaje. Fuente: Mitutoyo Corporation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. La ventana se puede dimensionar y posicionar según lo preferido por el usuario como se aprecia en el (Gráfico 87.). Estas posiciones y tamaños de ventana se pueden guardar en función de los derechos de usuario. Hay 3 conjuntos de posiciones de ventana por defecto que pueden utilizar además de la configuración de la ventana que seleccionó el usuario principal. Recuperar una posición de ventana predeterminada no afecta a las barras de herramientas.

Recuperar la posición y el estado de la ventana va a afectar a las barras de herramientas. (Mitutoyo Corporation, 2015) / Gráfico 88 Elementos básicos. Fuente:

Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Las barras de herramientas se pueden personalizar para contener iconos utilizados con frecuencia y eliminar los iconos no utilizados. Consultar la lista desplegable para obtener una lista completa como se muestra en el (Gráfico 88.). Parámetros para un punto Mediante el (Gráfico 89.) podemos visualizar los diferentes iconos y herramientas que nos permiten realizar una programación con parámetros para un punto. / Gráfico 89 Herramientas para programar un punto.

Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Todos los ajustes y opciones para crear un elemento de punto se muestran en el cuadro de diálogo elemento de punto como se aprecia en el (Gráfico 89.). Todos los elementos tendrán un diálogo con variaciones pertinentes al elemento dado. Conectar puntos Mediante el (Gráfico 90.) podemos visualizar los diferentes iconos y herramientas necesarias para realizar un procedimiento que nos permiten conectar los diferentes puntos al proyectarlos a un plano o al espacio 3D. / Gráfico 90 Ventana para conectar puntos.

Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Escoger el punto. Elegir Conexión. Seleccionar OK. Seccionar la proyección o ninguna proyección. Esto proyectará el punto a un plano o lo en el espacio 3D. Escoger el tipo de características a conectar. Elegir calcular por puntos medidos. Seleccionar las características. Haga clic en OK como se aprecia en el (Gráfico 90.). (Mitutoyo Corpotation, 2015) Programar una línea / Gráfico 91 Ventana para programar una línea. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Mediante el (Gráfico 91.)

podemos visualizar los diferentes iconos y herramientas necesarias para realizar una programación de una línea, los controles básicos para el elemento no cambian, solo cambian los controles que se aplican al tipo específico del elemento. Los iconos en el lado izquierdo del cuadro de diálogo seleccionan el tipo de cálculo utilizado como se aprecia en el (Gráfico 91.). El elemento medio calcula un elemento "promedio". El elemento envolvente va a calcular la línea en el punto positivo, o puntos en la línea. Ajustar elemento calcula la línea en el punto negativo, o puntos en la línea. Las líneas medidas deben proyectarse para la compensación del sensor.

Centroide calcula la ubicación de la línea en el promedio de todos los datos recopilados a lo largo de la línea. (Mitutoyo Corpotation, 2015) Programar un círculo Mediante el (Gráfico 92.) podemos apreciar los diferentes iconos que nos permiten programar un círculo con el propósito de calcular los elementos

circunscrito mínimo y los elementos máximos inscritos. / Gráfico 92 Ventana para programar un círculo. Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Los iconos en el lado izquierdo del cuadro de diálogo seleccionan el tipo de cálculo utilizado como se aprecia en el (Gráfico 92.). Elemento medio calcula un elemento "promedio".

El elemento envolvente va a calcular el círculo más pequeño que contiene todos los puntos. También conocido como elemento circunscrito mínimo. Elemento encajar calcula el círculo más grande que se puede ubicar dentro de los puntos. También conocido como elemento máximo inscrito. Elemento zona mínima calcula un elemento que se encuentra en medio de dos elementos interceptados. (Mitutoyo Corpotation, 2015) Programar un plano Mediante el (Gráfico 93.) podemos apreciar los diferentes iconos que nos permiten calcular un elemento promedio con el propósito de calcular la ubicación del plano como el punto del plano más cercano al origen actual. / Gráfico 93 Ventana para programar un plano.

Fuente: Mitutoyo Corpotation Elaborado por: Cayambe B. y Sangucho J. Los iconos en el lado izquierdo del cuadro de diálogo seleccionan el tipo de cálculo utilizado como se aprecia en el (Gráfico 93.). Elemento medio calcula un elemento "promedio". Elemento envolvente calcula el plano en el punto positivo, o **puntos en el plano** Ajustar elemento calcula plano en el punto negativo, o puntos en el plano. Elemento de zona mínima el programa calcula un elemento que se encuentra en el centro de los puntos de modo que la zona es la más pequeña posible. Centroide calcula la ubicación del plano en el promedio de todos los datos recopilados en el plano.

El origen proyectado calcula la ubicación del plano como el punto del plano más cercano al origen actual. (Mitutoyo Corpotation, 2015)

CAPÍTULO 5 Conclusiones y recomendaciones. Para concluir este proyecto de titulación, este capítulo se dedicará a mostrar las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo del trabajo en este proyecto. Lo anterior será con el fin de que se le pueda dar continuidad al proyecto, así como mostrar los beneficios obtenidos mediante este proyecto de titulación.

Conclusiones El objetivo de esta tesis es crear un documento escrito que permita conocer la Máquina de Medición por Coordenadas (CMM), aspectos importantes, además de su manejo. Este objetivo se quería lograr en primera instancia era la capacitación académica de los estudiantes del Instituto Superior Universitario Central Técnico, pero debido a que el proyecto amplió a un proyecto institucional con apertura con empresas locales, se añadió información de accesorios pueden facilitar un trabajo más eficiente para las empresas.

Un aspecto importante para que el manual sea funcional debe ser claro y específico, tener un ejemplo que permita comprensión básica del manejo y funcionalidad de esta. Recomendaciones Dentro de un proyecto tan ambicioso como lo fue éste, siempre se desea que haya una mejora continua del mismo; por lo tanto, se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés en el proyecto, la complementación del proyecto con más distribuciones en el uso amplio de la CMM, y aún más recomendable sería la implementación de un software más avanzado que permita ampliar el nivel de eficacia de esta.

Para los estudiantes que estén próximos a la titulación y están interesados con la mejora continua de la máquina de medición por coordenadas CMM del laboratorio de CNC del Instituto Superior Universitario Central Técnico se recomienda construir y diseñar un laboratorio metrológico específico y acorde a las condiciones ambientales que son necesarias para la máquina de medición por coordenadas, con la única finalidad de obtener mediciones exactas con una incertidumbre mínima. Otra recomendación sería incluir más modelos de usos, para que el sistema se adapte a las necesidades de una mayor variedad de empresas.

Una recomendación para brindarle una lectura precisa es la adecuación de un laboratorio con las características que se menciona en este documento.

Anexo I Formato de la encuesta que se realizó. Encuesta de valoración _ _En cada una de las preguntas siguientes, marque con una x la que mejor se adecúe a su opinión sobre la importancia del asunto en cuestión.

_ _Pregunta _Escala de importancia _ _ _Siempre _Casi siempre _Algunas veces
_Casi nunca _Nunca _ _¿Desearía conocer el funcionamiento de la máquina de medición por coordenadas del taller de CNC del Instituto Superior Universitario Central Técnico? _ _ _ _ _¿Le gustaría tener una máquina de medición por coordenadas funcional en el taller de CNC del Instituto Superior Universitario Central Técnico? _ _ _ _ _¿Le gustaría realizar prácticas de diseño de geometrías tridimensionales en la máquina de medición por coordenadas del Instituto Superior Universitario Central Técnico? _ _ _ _ _¿Desearía que se implemente una cátedra en la Institución que se enfoque al manejo de máquinas CMM? _ _ _ _ _¿Le gustaría que se desarrolle un manual de uso para la máquina CMM del taller de CNC del Instituto Superior Universitario Central Técnico? _ _ _ _ _¿Qué tan importante es la utilización de máquinas tipo CMM en el desarrollo del sector industrial? _ _ _ _ _¿Le gustaría aprender el plan de mantenimiento que se realiza a una máquina CMM? _ _ _ _ _¿Desearía conocer la metodología de medición de una máquina CMM? _ _ _ _ _¿Le gustaría aprender el control y manejo del software de una máquina CMM? _ _ _ _ _¿Piensa que es importante el estudio de una máquina de medición de coordenadas? _ _ _ _ _ Bibliografía Brieto, A.

(2014). Metodología de la investigación. Recuperado el 2019, de http://atc.ugr.es/pages/personal/propia/alberto_prieto/conferencias_pdfs/investigacion_cientifica_a_prieto/%21 Cabello Marquez, P. (2016). Máquinas de Medir por Coordenadas. Recuperado el 2019, de <https://docplayer.es/14747775-Maquinas-de-medir-por-coordenadas-mmc.html> Carl Zeiss S.A. (2019). CALYPSO. Recuperado el 2019, de <https://www.zeiss.com/metrology/home.html?vaURL=www.zeiss.com/imt> Carrasco Tuesta, L. (2014). Calibración de instrumentos de longitud utilizando una Máquina de Medición por Coordenadas. Recuperado el 2019, de <https://docplayer.es/72679375-Calibracion-de-instrumentos-de-longitud-utilizando-una-maquina-de-medicion-por-coordenadas.html> Ceja Villicaña, S. (2011). Instrumentos de Medición Lineal: condiciones de uso y mantenimiento preventivo. Universidad de Sonora. Recuperado el 2019, de <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=21315> Club Mexicano de usuarios de máquinas de coordenadas.

(2019). CENAM. Recuperado el 2019, de <https://www.cenam.mx/cmu-mmc/Que%20son%20MMC.htm#Subir> Gómez, E., & Fernando, D. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405022.pdf> Grupo Tecnología Mecánica. (2010). Máquinas de Medir por Coordenadas. Recuperado el 2019, de <http://www3.fi.mdp.edu.ar/tecnologia/archivos/TecFab/09.pdf> Henao, R., & Orozco, W. (2011). Medición E Inspección de Piezas Utilizando Brazos Portátiles de Medición por Coordenadas. Medellin. Obtenido de https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/2986/RicardoHenao_WilliamOrozco_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y Mateu, E. &. (2003).

Tamaño de la muestra. Recuperado el 2019, de https://www.academia.edu/33717140/TAMA%C3%91O_DE_LA_MUESTRA Mitutoyo. (2013). Máquina de medición por coordenadas. Recuperado el 2019, de <https://www.cmm.com.mx/cmms%20palpadores.htm> Mitutoyo. (2013). Máquinas de Medición por Coordenadas. Recuperado el 2019, de <https://www.cmm.com.mx/pdf/folletos/linea%20de%20medicion.pdf> Mitutoyo Corporation. (2015). MCOSMOS M1 CMM SOFTWARE TUTORIAL. Mitutoyo S.A. (2019). MiCAT. Recuperado el 2019, de <http://www.mitutoyo.com/pdf/1701.pdf>. Moreno, P. (2003). Máquina de medición por Coordenadas. Recuperado el 2019, de <http://ciep.ing.uaslp.mx/tesis/tesisPDF/175201820115.pdf> Muñoz Bueno, R. (2011). Introducción a la Metrología. Madrid. Recuperado el 2019, de <http://faii.etsii.upm.es/dfaii/Docencia/Libre%20eleccion/Material%20Docente%20Libre%20Eleccion/Introduccion%20a%20la%20Metrologia/TEMA%209.%20M%C3%A1quinas%20medidoras%20por%20coordenadas.pdf> Nieto Salinas, M. (2017). Calibración del eje vertical de una medidora tridimensional óptica. Recuperado el 2019, de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/25921/TFG-I-729.pdf;jsessionid=8D3F07F7716A1EE653FEE0B310AD5E75?sequence=1> Soler López, M.,

Martínez Barragan, N., & Regla Hernández, L. (2015). Programa tecnológico en metrología promotor de calidad en productos y servicios. Boletín Científico Técnico INIMET, 13-19. Recuperado el 2019, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223043197003> Velducea Contreras, M. (2015). Clasificación de la Investigación. Recuperado el 2019, de https://selinea.unidep.edu.mx/files/528to832_r649220160427120000289061.pdf Vivanco Vergara, M. E. (2017). Los Manuales. Recuperado el 2019, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n3/rus38317.pdf>

INTERNET SOURCES:

<1% -

<https://www.studymode.com/essays/The-Importance-Of-Knowing-The-Operation->

1563373.html

<1% -

<https://www.presentationeze.com/presentations/software-validation/software-validation-full-details/hardware-design-specification/>

<1% -

<https://www.coursehero.com/file/88087568/PrincipalesExponentesDeLaCalidad-RebecaPadillaapptx/>

<1% -

http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/sistema/morfologia.htm

<1% -

<https://www.interempresas.net/Medicion/Articulos/26040-Maquinas-de-medir-tridimensionales.html>

<1% - <https://www.coursehero.com/file/85957496/Propiedades-especificasdocx/>

<1% -

[http://jpadilla.docentes.upbbga.edu.co/Estadistica/5-Conceptos%20de%20Probabilidad%20\(II\).pdf](http://jpadilla.docentes.upbbga.edu.co/Estadistica/5-Conceptos%20de%20Probabilidad%20(II).pdf)

<1% -

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7417/MANUALPRAC.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

<1% -

http://omlimport.com/web/wp-content/uploads/pdf/MICRO_MOTOR_PIEZA_DE%20MANO_SP.pdf

<1% -

https://www.cec.uchile.cl/cinetica/pcordero/Mecanica/PPR_Mecanicaabril2011.pdf

<1% - <https://www.viontecmall.com/product-tag/manual-cmm-crysta-plus-m7106/>

<1% - <https://brainly.lat/tarea/9530309>

<1% -

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/Inventor-Help/files/GUID-7070AD70-276B-42C7-A163-46B38B9C2465-htm.html>

<1% -

<https://es.scribd.com/document/243965186/Manual-del-usuario-de-Global-Mapper-pdf>

<1% -

<https://es.slideshare.net/maruja1945/puntos-en-el-plano-cartesiano-y-distancia-en-tre-dos-puntos>