REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA
UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO
DECANATO DE INGENIERÍA

DISEÑO DE CABEZAL PARA LA TRANSFORMACIÓN DE UNA FRESADORA CONVENCIONAL A UNA MÁQUINA DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN LA EMPRESA SUSEIM C.A

Presentado por:

Martin Leonardo Torres Abreu

C.I. V-26.877.191

TRUJILLO, VENEZUELA

2021

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA
UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO
DECANATO DE INGENIERÍA

DISEÑO DE CABEZAL PARA LA TRANSFORMACIÓN DE UNA FRESADORA CONVENCIONAL A UNA MÁQUINA DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN LA EMPRESA SUSEIM C.A

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Presentado por:

Martin Leonardo Torres Abreu

C.I. V-26.877.191

Tutor

Ing. Wilmer Méndez

TRUJILLO, VENEZUELA

2021

ÍNDICE

VEREDICTO 8

DEDICATORIA 9

AGRADECIMIENTO 10

APROBACIÓN DEL TUTOR 11

RESUMEN 12

CAPÍTULO I 15

EL PROBLEMA 15

PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 15

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 17

Objetivo General 17

Objetivos Específicos 17

ALCANCES Y DELIMITACIÓN 17

CAPITULO II 19

MARCO TEÓRICO 19

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 19

BASES TEÓRICAS 25

Fresadora 26

Tipos de Fresadoras 28

Elementos de una Fresadora 31

Sistema de Operacionalización de la Variable 31

CAPÍTULO III 33

MARCO METODOLÓGICO 33

PARADIGMA DE INVESTIGACIÓN 33

TIPO DE INVESTIGACIÓN 33

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 34
POBLACIÓN 35
TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 36
VALIDEZ DEL INSTRUMENTO 37
CAPÍTULO IV 39
RESULTADOS 39
INSTRUMENTO APLICADO AL GERENTE DE LA EMPRESA SUSEIM C.A 39
DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO 41
CAPÍTULO V 53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 53
CONCLUSIONES 53
REFERENCIAS 55
ANEXOS 57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la variable..... 32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fresadora normal. 26

Figura 2. Fresadora con control numérico por computadora (CNC) 28

Figura 3. Fresadora Vertical 29

Figura 4. Fresadora Horizontal 30

Figura 5. Modelo base seleccionado 42

Figura 6. Sistema de funcionamiento de sostención del cono del modelo base 42

Figura 7. Disposición del cono en la cavidad del husillo 43

Figura 8. Contorno del husillo 43

Figura 9.Vista parte interna del husillo 44

Figura 10. Diseño del cono ISO 40 44

Figura 11. Diseño del adaptador 45

Figura 12. Diseño del buje 45

Figura 13. Diseño de la pinza 46

Figura 14. Diseño del sistema de funcionamiento interno del husillo 46

Figura 15. Sistema de funcionamiento interno del husillo al liberar el cono 47

Figura 16. Diseño del buje en 3D 47

Figura 17. Diseño del cono con adaptador 48

Figura 18. Corte eje del husillo 48

Figura 19. Rodamiento 70/10 y 70/12 49

Figura 20. Separador rodamiento 70/10 49

Figura 21. Separador rodamiento 70/12 50

Figura 22. Corte del diseño de la carcasa 50

Figura 23. Diseño tapa delantera 51

Figura 24. Diseño tapa trasera 51

Figura 25. Corte del husillo con piezas interiores 52

Figura 26. Diseño del husillo..... 52

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
www.uvm.edu.ve
R.I.F: J-31702424-9
Av. Independencia con calle La Paz, Sede Mirabel, Urbanización Mirabel, Plata I,
Diagonal al Parque SAPNNAET. Municipio Valera Estado Trujillo.

VICERRECTORADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

VEREDICTO

Nosotros, Prof. Wilmer Méndez, Profa. Liliana Rivero y Prof. Larry Araujo, designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo Especial de Grado titulado: "**DISEÑO DE CABEZAL PARA LA TRANSFORMACIÓN DE UNA FRESADORA CONVENCIONAL A UNA MÁQUINA DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN LA EMPRESA SUSEIM, C.A.",** que presenta el Bachiller **MARTÍN LEONARDO TORRES ABREU,** portador de la Cédula de Identidad N° **26.877.191,** nos hemos reunido para revisar dicho Trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **DIECISIETE (17)** puntos, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Momboy, referente a la evaluación de los Trabajos Especiales de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial.

En fe de lo cual firmamos, en Valera a los veinticinco (25) días del mes de noviembre de dos mil veintiuno (2021).

Prof. Larry Araujo
C.I. 13.238.875
JURADO

Prof. Wilmer Méndez
C.I. 5.501.239
TUTOR

Profa. Liliana Rivero
C.I. 13.048.877
PRESIDENTE DEL JURADO

Profa. Marilyn Briceño
C.I. 13.205.436
DECANA

Profa. Ana Linares
C.I.- N° 9.013.217
VICERRECTORA

DEDICATORIA

Este nuevo logro en mi carrera profesional se lo dedico muy especialmente:

A Dios por darme la vida, salud y fuerzas para no dejarme vencer a pesar de los obstáculos y así lograr esta meta tan anhelada.

A Mis Padres, Martín Torres y María Eugenia Abreu, por su incondicional apoyo y amor en todo momento. Los Amo.

A mi hermano, José Ángel Torres, por su cercanía y apoyo siempre. Te amo.

Al Regnum Christi, porque es en él dónde todos mis éxitos cobran sentido en un bien mayor y buscan ser parte de esta hermosa vocación que Dios me ha dado.

Los Amo. ¡Dios los bendiga!

Martin

AGRADECIMIENTO

A Dios, mi Padre, que vigilante y amoroso me acompaña y bendice en cada momento de mi vida.

A la Virgen María, mi madre, que, con ternura y amor, me ha dado cobijo en los momentos más duros.

A la ilustre Universidad Valle del Momboy, por permitirme llevar a cabo mis estudios de Ingeniería Industrial.

A mi apreciado y respetado tutor Ing. Wilmer Méndez, gracias por su valioso tiempo, enseñanzas, orientaciones, consejos y amistad en la trayectoria de la tesis.

A los Profesores Larry Araujo, Javier Mazzey y Orlando Guevara, quienes gracias a su formación me inspiran a seguir creciendo y superarme como ingeniero cada día más.

A mis Abuelos, Leopoldo y Silverio, y al Padre Pedro Campos L.C., quienes fueron piezas claves de mi vida y ahora me esperan en la eternidad.

Al Padre Andrés Colmenares L.C., amigo y director espiritual, quien me ha acompañado en este camino y me ha ayudado de manera increíble a crecer como persona.

A mis compañeros colaboradores, Luis y Juan Pablo, con quienes compartí el que hasta ahora ha sido el año más importante de mi vida. Se les quiere carísimos.

A mis queridos amigos: Yeanki, Alvaro, Joseph, Guillermo y Ana Gabriela, personas que han hecho crecer de una manera increíble, además de ser incondicionales y poder contar con ellos bajo cualquier circunstancia. Se les quiere.

A mi familia, los Torres, por permitirme crecer, siempre sintiéndome acompañado, amado y con grandes ejemplos de referencia. Los Amo.

A mi familia, los Abreu, por regalarme momentos de mucha alegría y enseñanza.
¡A todos, mi especial agradecimiento!

Martin Torres

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Tutor del Trabajo de Grado titulado Diseño de cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado en la empresa SUSEIM C**,** del Bachiller **Martin Torres** portador de la **C.I. V-26.877.191,** considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En Carvajal a los veintiún (21) días del mes de octubre de Dos Mil Veintiuno (2021).

Prof. ING. Wilmer Méndez

C.I. No.5.501.239

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA
UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO
DECANATO DE INGEIERÍA

Autor: Martin Leonardo Torres Abreu

Tutor: Wilmer Méndez

RESUMEN

La fresadora CNC aumenta las operaciones de fresado y permite mejorar calidad y productividad del producto. En ese sentido, esta investigación tiene como objetivo general diseñar un cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado en la empresa SUSEIM C.A. La metodología utilizada fue bajo el enfoque cuantitativo, de tipo descriptiva, documental y proyectiva, con diseño de campo. Las unidades objeto de estudio fueron el gerente de la empresa SUSEIM C.A y la maquina fresadora tipo convencional utilizada en los procesos de producción. La técnica de recolección de la información fue la entrevista y el instrumento fue un cuestionario de preguntas abiertas, cuya validez fue realizada por el juicio de tres expertos. Entre los resultados se tiene que el diseño del cabezal y del husillo parte de un modelo base seleccionado según criterios en relación a la adaptabilidad a la fresadora tradicional a transformar. Se realizó el diseño de cada una de las piezas utilizando el software SolidWorks mediante un modelado 2D y posteriormente 3D para garantizar el acople y funcionamiento adecuado en cada una de las piezas.

Palabras Clave: diseñar un cabezal, transformación, fresadora convencional, máquina de control numérico computarizado.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las industrias se han ido adaptando al desarrollo tecnológico con la finalidad de buscar nuevos métodos para alcanzar la máxima productividad con los mínimos costos posibles, y a su vez, lograr un funcionamiento automatizado utilizando la menor cantidad de mano de obra calificada. En este proceso de automatización de maquinarias, se puede incluir la fresadora convencional al convertirla en una máquina de control numérico computarizado (CNC), la cual contribuye a crear nuevas posibilidades de fresado, piezas con nuevas formas, cuyo diseño requieren movimientos que no se pueden lograr de forma manual, puesto que son piezas cuyos perfiles son complejos para fabricar.

El uso de la maquina CNC aumenta las operaciones de fresado, sumado a esto, permite la mejora en cuanto a productividad, calidad, rapidez, precisión, repetitividad, flexibilidad y reducción de los desechos, según Sánchez y Cortez (2011) convirtiendo el fresado en un método polivalente de mecanizado. De esta forma, la empresa con la puesta en marcha de la maquina CNC incrementa su operatividad al maximizar la productividad, y a su vez, aumenta su competitividad y posicionamiento en el mercado local y nacional.

En ese contexto, el objetivo de la presente investigación es diseñar un cabezal para la transformación de una fresadora convencional en una máquina de control numérico computarizado. El trabajo está estructurado en cinco capítulos:

En el capítulo I, contiene la introducción, se expone el problema investigado que dio origen a los objetivos planteados. Igualmente, la delimitación y, se detalla el tipo de investigación que se asumió para el desarrollo del estudio. En el capítulo II, se desarrolla el marco teórico, que contiene los antecedentes y las bases teóricas que fundamentan el estudio.

El capítulo III expone el marco metodológico que expone el paradigma, tipo y diseño de investigación, así como la población, técnicas para la recolección de la información y la validez.

En capítulo IV, denominado Resultados, está conformado por los resultados obtenidos, donde se presentan los diferentes diseños realizados del husillo y sus componentes, así como también del adaptador y el sistema externo que soporta al husillo.

Finalmente, en el capítulo V, se exponen las conclusiones a las cuales se llegó según cada objetivo planteado y las recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La expansión industrial y el desarrollo tecnológico que ha caracterizado la sociedad global ha presentado innumerables desafíos a las industrias y pequeñas empresas en cuanto a la implementación de avances tecnológicos, competitividad y productividad. La búsqueda de procesos eficientes para maximizar la productividad, y solventar problemas de calidad, precisión, reducción de costos y mano de obra, ha ocasionado en las empresas la necesidad de implementar la tecnología en procesos automatizados que permitan optimizar los procesos y generar ventajas competitivas.

En ese orden de ideas, la tecnología del control numérico computarizado (CNC) es una alternativa para optimizar rendimiento, calidad y disminuir costos de producción. A nivel internacional según Flores (2016, p.1), se ha intentado generar maquinas con este tipo de tecnología a menor costo con intención experimental. Según Flores (2016, p.1) los métodos manuales están siendo reemplazados por otras máquinas con tecnología automatizada, como es la del CNC, la cual simplifica el sistema de transmisión, eliminan engranajes de las cajas de cambio que son necesarias para variar las velocidades y avance de corte con el reemplazo de los mandos mecánicos por PC.

Al respecto, la fresadora CNC es una máquina que se utiliza para hacer trabajos de mecanizado en superficies planas o para hacer un agujero, es controlada mediante una computadora y sus componentes conforman una estructura que es capaz de realizar diferentes trabajos con distintos tipos de materiales. Señalan Sánchez y Cortez (2011, p.15), las CNC permiten realizar operaciones de maquinado de piezas con una gran variedad de materiales, su importancia se puede enfocar desde la flexibilidad que aporta al proceso,

puesto que con una sola maquina se realizan una gran cantidad de piezas, se caracterizan por operar a altas velocidades lo que permite la estandarización de piezas.

Para Mecansinc (2019, p.7) el mecanizado constante que realiza además de crear nuevas posibilidades de fresado, incrementa la productividad, calidad y la precisión en las piezas realizadas. Igualmente, agrega que el rendimiento es superior en comparación a otras máquinas que realizan el mismo trabajo, sufre menos fatiga y desgaste.

Sin embargo, actualmente hay empresas que aún utilizan la fresadora convencional la cual puede incidir en la productividad, en la investigación realizada por Sánchez y Cortez (2011, p. 14), encontraron una fresadora completamente manual, la cual desarrollaba un proceso lento, con poca precisión lo que causa pérdidas en materia prima y en el tiempo invertido por el operador, esto afecta directamente en el aspecto económico y en la seguridad de la empresa. Igualmente, Flores (2016, p.1) plantea que el proceso que desarrollan es tardío y laborioso, con resultados muchas veces asimétricos, y puede causar estrés y agobio al trabajador puesto que se invierte tiempo en relación al trazado y al corte. Esta situación trae como consecuencia que la producción diaria sea mínima, es decir hay baja eficiencia y rendimiento.

En ese orden de ideas, la empresa SUSEIM C.A. solo cuenta con una fresadora convencional lo que impide realizar piezas, moldes, entre otros, con diseños de mayor complejidad sin el factor de error humano en la producción, puesto que no hay precisión en las piezas que se producen, así como también, la velocidad de producción en muy baja y requieren reducir la mano de obra.

Por esta razón, se requiere convertir la fresadora convencional en una CNC, para lo cual se evaluó la posibilidad de incorporar a la misma un cambiador de herramientas automático, con la finalidad de que al realizar la pieza se tenga mayor fluidez incorporando

el cambio de herramientas en el programa CAM. Determinando que para lograr este proceso se requiere el diseño de un cabezal, mediante un husillo cuyo funcionamiento es retener el cono mediante un sistema de resorte con pinzas de agarre y lo suelte por presión hidráulica, igualmente se requiere adaptar los conos ISO 40, puesto que poseen un acople de rosca y no sirven para el sistema del husillo.

Con base en las premisas anteriores, se formula la siguiente interrogante: ¿Cómo es el diseño de un cabezal para la transformación de una fresadora convencional en una máquina de control numérico computarizado en la empresa SUSEIM C.A.?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Diseñar un cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado en la empresa SUSEIM C.A

Objetivos Específicos

- Diseñar el husillo que permita que el cabezal posea el cambiador de herramientas hidráulico.
- Elaborar el diseño del adaptador de los conos ISO 40 para el cambiador de herramientas hidráulico.
- Realizar el diseño del sistema externo para el soporte del husillo.
- Aplicar el software SolidWorks en el diseño del cabezal

ALCANCES Y DELIMITACIÓN

Espacial

La presente investigación abarca conocimientos de la carrera de Ingeniería Industrial y Computación de forma interdisciplinaria, con la finalidad de alcanzar el

objetivo general, diseñar un cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado en la empresa SUSEIM.

Temporal

Se desarrolló en el período comprendido entre enero y noviembre de 2021.

Línea de investigación

Se enmarca en el área de investigación, Tecnología empresarial y automatismo, en la línea de investigación Informática y Tecnología Industrial de la Universidad Valle del Momboy.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

En este apartado se enmarca teóricamente la investigación, en primer término, se revisan un conjunto de estudios previos, que se constituyen como antecedentes, por el aporte que estos representan para esta investigación. Así mismo, se plasma un conjunto de teorías mediante las cuales se refleja la naturaleza del objeto relacionados con diseño de un cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Con el propósito de apoyar la fundamentación teórica de esta investigación, se hace necesaria la revisión de algunos antecedentes que guardan relación con las variables objeto de estudio, diseño de un cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado. De allí que se presentan investigaciones realizadas en diferentes contextos.

En el contexto internacional, se presenta el trabajo especial de grado de Vicencio (2020) titulado Diseño de una fresadora CNC de escritorio de cabezales intercambiables, desarrollado en Chile, cuyo objetivo general fue diseñar y fabricar una máquina CNC de escritorio que permita integrar procesos de mecanizado y manufactura aditiva para el uso de usuarios “Makers” e instituciones académicas de sectores vulnerables. El proceso metodológico seguido fue documental y para el diseño de la maquina CNC se basó en los planteamientos de distintos autores del área del diseño industrial y mecánico, mediante el análisis de las necesidades de los usuarios y benchmarking basado en métricas.

Entre los resultados se obtuvo un diseño que cumple con las funciones estructurales, de acople, aseguramiento del material y la referida a la distribución de energía. Entre las

conclusiones se tiene que es factible diseñar y fabricar una fresadora CNC de escritorio que integre procesos de manufactura aditiva y sustractiva. El diseño de la máquina está determinado casi en su totalidad por la función de mecanizado, puesto que las tres funciones (impresión 3D, grabado láser y mecanizado) comparten los mismos requerimientos de diseño, pero en distintos niveles de complejidad, siendo la función de mecanizado la más compleja y demandante. Esto significa que la utilidad de la máquina será óptima en la medida que el usuario se centre mayoritariamente en la función de mecanizado.

La investigación de Vicencio (2020) enfoca criterios generales de diseño de cada parte o componente de la Fresadora CNC, cuyas directrices fueron consideradas para el diseño del cabezal planteado en este trabajo con la finalidad de lograr la transformación de una fresadora convencional a una máquina CNC.

Igualmente, Angles (2019) en Perú desarrollo la tesis de grado cuyo título es Diseño y construcción de un prototipo experimental de una fresadora router CNC para su aplicación en la industria manufacturera, el objetivo general fue diseñar y construir un prototipo de una fresadora router CNC, para la fabricación de piezas de manufactura mecanizadas bajo normas DIN 8580, DIN 8589. Dispuesto para trabajar con materiales distintos entre ellos, metal plástico o madera, utilizando una computadora que realiza el control con precisión de una herramienta de corte y permitiendo mecanizar los diferentes materiales.

La metodología utilizada fue bajo la modalidad de proyecto especial, conformado por un diagnóstico, análisis técnico y económico para el diseño y posterior construcción. Se utilizaron programas de diseño CAD y CAM, un procesador que genera el código G que se carga al programar y controlar el router CNC. Igualmente, se evaluó el costo de los

materiales que se utilizarán para su construcción como son: ángulos de metal, ejes roscados, motores paso a paso para el movimiento de los ejes y otros materiales. Se realizaron pruebas de mecanizado, cuyos resultados fueron de un rendimiento estadísticamente satisfactorio.

Entre las conclusiones se tiene que el diseño y construcción tridimensional de los ejes de la fresadora router CNC permiten que el mecanizado sea en alto relieve hasta dos ejes y medio. La construcción de la fresadora router CNC con componentes y materiales fáciles de conseguir y poco costosos en el mercado, esto lo convierte en una máquina aproximadamente con un 30 % menos que una maquina original.

El estudio de Angles (2019) evidencia la importancia del diseño en 3D de los componentes de la fresadora para visualizar de forma clara y detalladamente cada una de sus partes, este tipo de diseño se utilizó en esta investigación, donde se muestra en 3D los componentes del husillo y del adaptador del cono. Por otra parte, la investigación sirvió de referente teórico en relación a la fresadora.

Asimismo, Flores (2016) realizó la tesis de grado que lleva por título Diseño de una máquina controlada por ordenador, la cual fue realizada en La Paz, Bolivia. El propósito principal fue diseñar una máquina de control numérico por computador, orientada para generar y realizar grabados de relieves en materiales blandos y ligeros, la investigación se desarrolló en Bolivia. El proceso utilizado para el diseño de la máquina CNC fue el análisis de los requerimientos técnicos y económicos. Se diseñaron los elementos mecánicos y electrónicos, mediante el análisis para localizar los esfuerzos a los que está sometido la máquina, bajo el criterio de condiciones críticas.

Entre los resultados se tiene, la selección de materiales y componentes, con los cuales se manufacturaron los elementos mecánicos de la máquina y se seleccionaron los

componentes electrónicos. Se elaboraron los planos de los elementos y componentes del sistema electromecánico. Por último, se consideraron los costos y tiempos de fabricación, los cuales se traduce en capital para la adquisición de los materiales y componentes, tiempos hombre máquina.

Entre las conclusiones, se plantea que el diseño e implementación de la máquina CNC, es un prototipo de fácil operación, bajo costo y mantenimiento que permitirá alcanzar el nivel de producción requerido y también ayudar al desarrollo del sector de las pequeñas y medianas empresas dedicados al grabado de materiales no metálicos en el país.

El antecedente, se constituye como contribución para la presente investigación puesto que, enfoca la forma de diseñar un prototipo de máquina CNC conformada por componentes de fácil operación, entre ellos el husillo, elemento coincidente en el presente trabajo. Igualmente, la investigación de Flores (2016) sirvió de referente para conocer los problemas que se presentan por la lentitud en los procesos que se realizan con una fresadora tradicional.

En el escenario nacional, se menciona el trabajo de Aquino y Placid (2017), titulado diseño de una máquina CNC para la elaboración de circuitos impresos, realizado en la Universidad de Carabobo, Venezuela. El objetivo principal fue el diseño de una máquina CNC para la elaboración de circuitos impresos, proponiendo un sistema de control lazo abierto por medio de una interfaz y Drivers en una estructura modular para así en caso de fallas e inconvenientes sean fáciles de detectar. Estableciendo, además, la diferencia que existe entre los métodos convencionales y los métodos automatizados.

La metodología utilizada fue de tipo documental, de campo y experimental, a través de las cuales se establecieron las fases a desarrollar de forma secuencial. Entre los resultados obtuvieron que, para realizar los movimientos de la herramienta de fresado, se

acoplaron 3 motores paso a paso con un paso de 1,8°, estos se acoplaron a un tornillo sin fin y la herramienta sobre una base del eje Z para poder moverse en los 3 ejes (X, Y, Z). Concluyen los autores que el comportamiento presentado por el prototipo es el adecuado al realizar el fresado de la baquelita ya que no se observan desfases, en el desplazamiento de la fresa. La utilización de un sistema automatizado como el implementado aumenta sin duda la seguridad por lo previamente mencionado, además en cuanto a producción se refiere resulta ventajoso, ya que al usar una placa de gran tamaño se pueden realizar numerosas tarjetas según sus dimensiones, solo con cambiar el origen de trabajo.

La investigación Aquino y Placid (2017) establecen las diferencias entre las maquinas tradicionales o convencionales y las automatizadas, en relación a las ventajas en la al aumento de la producción y seguridad en el manejo, criterios tomados en consideración en el presente trabajo para tomar decisiones en cuanto al cambio de tipo de maquina fresadora.

Se destaca la investigación de Guerrero, Urdaneta y Villalobos (2017) que tiene por título sistema automatizado con base en una fresadora de control numérico (CNC) para la elaboración de circuitos impresos, desarrollada en la Universidad Rafael Belloso Chacín en Venezuela. El objetivo del trabajo fue desarrollar una máquina de control numérico computarizado (CNC) para la elaboración de circuitos impresos (PCB) de manera rápida, sencilla y económica para la producción en masa de placas electrónicas para diversas aplicaciones.

El recorrido metodológico realizado fue bajo el enfoque de la investigación proyectiva, descriptiva, y el diseño fue de campo. Se emplearon como método de recolección de datos la entrevista no estructurada y la observación documental de distintas fuentes. Se aplicaron 8 fases Compuestas por la metodología de Angulo (1986) y Savant

(2003): definición del problema, definición de las especificaciones, esquema general del hardware, ordinograma general, adaptación entre el hardware y el software, finalización del diseño, depuración del software y por ultimo pruebas finales.

En los resultados obtuvo un sistema de control basado en motores paso a paso controlados por un micro controlador el cual recibe coordenadas desde un computador de una imagen CAD/CAM la cual se genera a partir de cualquier imagen en 2D o 3D a través de un Software especializado. Concluye los autores que los sistemas automatizados han permitido una mejor calidad y exactitud en el producto a realizar, estableciendo una revolución en el proceso de manufactura.

La investigación de Guerrero, Urdaneta y Villalobos (2017) resulta importante para esta investigación el enfoque que le dieron al diseño de la fresadora, partiendo de un diseño funcional, sencillo y de bajos costos, por tanto, el enfoque fue considerado para el diseño de algunas partes de la fresadora aquí planteada, como es el cabezal.

Igualmente, se expone el trabajo de Molina, Sánchez y Santarosa (2017) titulado sistema de control numérico por computador (CNC) para el posicionamiento de resistencias eléctricas en placas electrónicas, realizado en Venezuela en la Universidad Rafael Belloso Chacín. Tuvo como propósito desarrollar un sistema de control numérico por computador (CNC) para el posicionamiento de resistencias eléctricas en placas electrónicas.

Según la metodología utilizada se clasificó como de tipo proyectivo, descriptivo, con un diseño de campo, no experimental y transversal. Como técnica de recolección de datos fue implementada la observación directa, revisión de manuales de funcionamiento de equipos y la entrevista estructurada, utilizando a su vez instrumentos como el cuestionario, aplicado a una muestra conformada por cinco (5) especialistas que trabajan en un laboratorio de mecanizado de una universidad.

Igualmente, se aplicó la metodología de Montilva (1999), en conjunto con Angulo (1986), estructurada en 10 fases: análisis de la situación actual, definición de las especificaciones, esquema general del hardware, ordinograma general, ordinogramas modulares y codificación del programa, depuración del software, adaptación entre hardware y software, implementación del hardware, integración del hardware con el software, pruebas finales del prototipo. Se utilizaron los programas utilizados fueron Visual Basic 2008, Proteus Isis, Mplab y Virtual Serial Port 7.1.

Entre los resultados obtenidos se tiene el diseño del sistema de control numérico por computador (CNC), con las piezas necesarias para su funcionamiento, así mismo, se adaptó para utilizar un microcontrolador PIC16F877A. Los resultados obtenidos permitieron concluir el desarrollo de una máquina CNC capaz de disminuir el nivel de dificultad al momento de realizar circuitos electrónicos en el campo universitario. Esta investigación evidencia la ventaja que tiene utilizar un sistema CNC ante los métodos tradicionales, en relación a la seguridad y al fácil manejo del sistema.

BASES TEÓRICAS

Las bases teóricas representan la fundamentación conceptual que debe tener toda investigación para responder a los objetivos planteados. Al respecto, Arias (2012) afirma que estas “implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado” (p.107). En ese sentido, a continuación, se desarrollan las diferentes teorías que fundamentan el diseño de un cabezal para realizar la transformación de la fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado.

Fresadora

Una fresadora manual, señala Angles (2019, p.29) es una máquina herramienta que se utiliza para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa.

Es una fresadora sencilla, puede ser de superficie, que es tipo columna y ménsula, y vertical de banco, que es de mesa montada en bancada fija. Según Sánchez y Cortez (2011, p.26) tienen un eje o husillo horizontal donde se monta la fresa, la mesa de trabajo permite los tres movimientos sobre el eje cartesiano. El avance de la pieza hacia la fresa se realiza manualmente, por medio de un tornillo vertical accionado por un volante o por medio de una leva o palanca.

Figura 1. Fresadora normal.

Fuente: Nanopdf (2018)

Las fresadoras CNC, según Muñoz (2018, p.1) son muy similares a las convencionales y poseen las mismas partes móviles, es decir, la mesa, el cabezal de corte, el husillo y los carros de desplazamiento lateral y transversal. Sin embargo, no presentan palancas ni manivelas para accionar estas partes móviles, sino una pantalla inserta en un panel repleto de controles y una caja metálica donde se alojan los componentes eléctricos y

electrónicos que regulan el funcionamiento de motores destinados a efectuar el mismo trabajo que hacían las palancas y manivelas de las viejas máquinas.

Estas fresadoras CNC, para Sánchez y Cortez (2011, p.26) permiten la automatización programable de la producción. Fueron diseñadas para adaptar las variaciones en la configuración de productos; su principal aplicación se centra en volúmenes de producción medios de piezas sencillas, medios y bajos de piezas complejas permitiendo realizar mecanizados de precisión con la facilidad que representa cambiar de un modelo de pieza a otra mediante la inserción del programa correspondiente y de las nuevas herramientas que se tengan que utilizar, así como el sistema de sujeción de las piezas.

El equipo de control numérico, Sánchez y Cortez (2011, p.27) es un dispositivo capaz de dirigir el posicionamiento de un órgano mecánico móvil mediante órdenes elaboradas de forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas en tiempo real. Se controla mediante un programa que utiliza números, letras y otros símbolos; están codificados en un formato apropiado para definir un programa de instrucciones con el fin de desarrollar una tarea concreta; con la posibilidad de cambiar el programa según la tarea o actividad a realizar; en las grandes producciones en serie, el control numérico resulta útil para la robotización de la alimentación y retirada de las piezas mecanizadas.

La función primordial del CNC, para Muñoz (2018) es controlar los desplazamientos de la mesa, los carros transversales y longitudinales y/o el husillo a lo largo de sus respectivos ejes mediante datos numéricos. Sin embargo, esto no es todo, porque el control de estos desplazamientos para lograr el resultado final deseado requiere el perfecto ajuste y la correcta sincronización entre distintos dispositivos y sistemas que forman parte de todo proceso CNC.

Figura 2. Fresadora con control numérico por computadora (CNC)

Fuente: Muñoz (2018)

Tipos de Fresadoras

Las fresadoras se clasifican según el número de ejes, la orientación del eje de giro, entre otros.

Al respecto, según el número de ejes se clasifican en tres tipos, siendo el número de ejes lo que determina las posibilidades de movimiento de la máquina herramienta, a mayor número de ejes mayor posibilidad de movimiento o mayor grado de libertad.

- De tres ejes: tienen posibilidad de moverse de forma horizontal, vertical y oblicuo, este último, como resultado de la combinación de movimientos entre mesa, ménsula y husillo. Permiten un control sobre el movimiento relativo existente entre la máquina herramienta y la pieza, en cada uno de los tres ejes del sistema cartesiano.
- De cuatro ejes: además de las funciones mencionadas anteriormente, se da el control de giro de la pieza sobre uno de los ejes, gracias a un plato giratorio o mecanismo divisor.
- De cinco ejes: Se utilizan para trabajos de gran complejidad. Además de cumplir con las funciones de las fresadoras de tres y cuatreo ejes, realizan dos funciones adicionales, como son, permitir el control de giro de la pieza sobre dos de sus ejes uno de ellos perpendicular al husillo y el otro, paralelo y permitir el giro de la pieza sobre un eje

horizontal y que la herramienta pueda inclinarse alrededor de un eje, perpendicular al anterior.

Según la orientación del eje de corte con respecto a su pieza de trabajo y su grado de movimiento, según Flores (2012, p.8) se clasifican en verticales, horizontales y universales:

a) Fresadora Vertical. En este tipo de fresadoras, el eje principal de la herramienta de corte se encuentra a lo largo de un eje vertical y por lo general perpendicular a la pieza a mecanizar. Cuenta con la posibilidad de realizar un pequeño desplazamiento tipo axial, ideal para facilitar el labrado escalonado o en escalada. Las fresas montadas en el husillo, giran sobre su eje, son del tipo cilíndrico frontal. En la forma de operar, son similares a las máquinas perfiladoras o vaciadoras. Tanto la mesa como el husillo pueden realizar un desplazamiento vertical; hecho que permite una mayor profundidad a la hora del corte. Existen dos tipos de fresadoras verticales: las de banco fijo o bancada y las de torreta o consola.

Figura 3. Fresadora Vertical

Fuente: Zhengzhou Timeway Machine (2021).

b) Fresadora Horizontal. En una fresadora horizontal, el eje principal de la herramienta de corte se encuentra a lo largo de un eje horizontal con respecto al piso, por lo general esto es paralelo a la pieza a trabajarse.

Dicho eje cuenta con un soporte exterior, para graduarse, junto al cabezal. Este soporte se apoya en dos lugares, por un lado, sobre el mismo cabezal, y por el otro, sobre el carnero (un rodamiento ubicado en el puente deslizante). La mesa es una bancada fija, sobre la que se desliza un carro de gran longitud, en dos movimientos automáticos: transversal y longitudinal.

Figura 4. Fresadora Horizontal

Fuente: Zhengzhou Timeway Machine (2021).

c) Fresadora Universal. Cuenta en su mesa de trabajo con un grado de libertad adicional que le permite girar horizontalmente. Además, posee un dispositivo llamado cabezal divisor que le permite realizar cortes helicoidales y otros, haciéndola muy versátil.

Las fresadoras universales modernas poseen visualizadores electrónicos mostrando las posiciones de las herramientas, según un sistema de coordenadas, con la finalidad de facilitar la lectura de cotas en sus desplazamientos. Igualmente, se les puede incorporar sistema de control numérico por computadora (CNC) para automatizar su trabajo, las que

son copiadoras incorporan un mecanismo de copiado para diferentes perfiles de mecanizado.

Elementos de una Fresadora

Entre los principales elementos de una fresadora Flores (2012, p.8) señala que pueden ser fijos o móviles. Entre los que se encuentran:

- El bastidor: generalmente se encuentre elaborado de hierro fundido, con la finalidad de minimizar las vibraciones. Está diseñado para soporta los esfuerzos que se produce en el momento de la operación y hace que las piezas mecanizadas tengan un correcto acabado manteniendo las tolerancias especificadas según las normas. Dentro del bastidor se encuentran los componentes mecánicos que producen el giro en la herramienta, tanto motor de accionamiento como cajas reductoras, circuitos electrónicos, entre otros.
- El husillo: es el encargado de sujetar la herramienta de trabajo. Los conos del husillo son estandarizados, para facilitar la comercialización de las herramientas de corte, puesto que son las que están sometidas a mayor desgaste y puedan ser reemplazadas con facilidad.
- La mesa de trabajo: generalmente es de hierro fundido y va unida al bastidor por la columna, donde es atornillada.

Sistema de Operacionalización de la Variable

En la Tabla 1 se muestra el sistema de operacionalización de la variable Diseño de un cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado, con las dimensiones e indicadores establecidos para su estudio.

Tabla 1

Operacionalización de la variable

Objetivo general: Diseñar un cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado en la empresa SUSEIM C.A			
Objetivos	**Variable**	**Dimensión**	**Indicadores**
Diseñar los componentes del husillo que permita que el cabezal posea el cambiador de herramientas hidráulico.	Diseño de un cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado	Componentes del husillo	Cuerpo de funcionamiento Pinzas Bujes de extracción Rodamientos
Elaborar el diseño del adaptador de los conos ISO 40 para el cambiador de herramientas hidráulico.		Adaptador de los conos ISO 40	Pieza de adaptación enroscable
Realizar el diseño del sistema externo para el soporte del husillo.		Sistema externo que soporta al husillo	Carcasa Tapa delantera y trasera
Aplicar el software SolidWorks en el diseño del cabezal		Software SolidWorks	Diseño en 2D Diseño en 3D

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se presenta el recorrido metodológico de la investigación, para Arias (2012) es "cómo se realizará el estudio para responder al problema planteado" Arias (p.110). Por lo tanto, se exponen un conjunto de aspectos que sirvieron de guía para su desarrollo, tal como paradigma, tipo, diseño de investigación, población, técnica e instrumento de recolección de información, validez y técnica para el análisis de datos.

PARADIGMA DE INVESTIGACIÓN

El estudio se realizó bajo el enfoque cuantitativo el cual según Hernández, Fernández y Baptista (2014), "mide fenómenos que pueden observarse, analizarse a través de métodos estadísticos, se interpretan a la luz de las predicciones iniciales, de estudios previos y constituye una explicación cómo los resultados encajan en el conocimiento existente" (p.20).

En ese sentido, en la investigación se aborda el problema a partir de la realidad que se vive en la empresa SUSEIM C.A. De allí que, la investigación está sustentada en la objetividad como única vía para alcanzar el conocimiento, orientada a la obtención de resultados, ya que se explica los aspectos relacionados con el diseño de un cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación asumido en este estudio es descriptivo, según Hernández et al. (2014) "busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población" (p.92). Igualmente,

para Arias (2012), consiste en la "caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento" (p.24).

Con base en los planteamientos anteriores, se considera una investigación descriptiva puesto que da a conocer la realidad existente en la empresa SUSEIM C.A. en cuanto a la necesidad que tienen de transformar la fresadora convencional en una CNC con la finalidad de alcanzar mejoras en productividad, calidad y rendimiento.

Igualmente, la investigación es de tipo documental la cual según Arias (2012), "es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas" (p. 27). Al respecto, se hizo una revisión de planos para realizar la trasformación de la fresadora convencional a CNC.

Asimismo, se considera una investigación proyectiva, de acuerdo con Hurtado (2012), "propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación" (p.122). Igualmente, Hurtado (2012) expresa que "implica el diseño o creación de algo con base en un proceso investigativo "(p.124). En ese contexto, el presente trabajo es considerado proyectivo, por cuanto su objetivo general es el diseño un cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es de campo, según Hurtado (2012) es cuando la información procede de "fuentes vivas y se recoge en su ambiente natural" (p.156). Igualmente, para Arias (2012) "consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna" (p.27). Al respecto, en esta investigación los datos

para realizar el diseño de un cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado se recolectaron directamente de la fresadora tradicional de la empresa SUSEIM C.A, es decir, el lugar donde suceden los hechos y sin modificación alguna de los resultados obtenidos.

Al respecto, la recolección de los datos se inició con la búsqueda de un modelo base para establecer el nuevo diseño del cabezal y del husillo, se hizo la revisión de unos planos básicos, en formato JPG, se encontraban mal acotados o incompletos, por tanto, se hizo un proceso de conversión de pixeles a milímetros para obtener las cotas reales y adaptarlas al nuevo diseño.

Igualmente, el diseño encontrado estaba elaborado para conos de tipo BT40, por lo cual se hizo la adaptación para conos ISO 40, diseñando un sujetador para sostener los conos ISO 40 por las pinzas atadas del resorte y sean liberados rápidamente por el presionador hidráulico, se ubicó el motor en la parte superior para que proporcionar mayor movilidad al carro.

POBLACIÓN

La población para Hurtado (2012) es el “conjunto de seres que poseen la característica o evento a estudiar y que se enmarcan dentro de los criterios de inclusión” (p.148). Igualmente, Arias (2012) señala que es “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p.81). De acuerdo con los planteamientos anteriores, la población considerada en esta investigación comprende el gerente de la empresa SUSEIM C.A. Igualmente, se considera parte de la población estudiada a la maquina fresadora convencional de la empresa

SUSEIM C.A, la cual se analizó para posteriormente hacer la transformación a CNC, y de la cual existe un registro documental con cada componente que la forma.

En ese orden de ideas, la población es finita, para Arias (2012) es cuando "se conoce la cantidad de unidades que la integran", y es accesible porque "es la porción finita de la población objetivo" (p.82), en el caso de esta investigación, la unidad objeto de estudio fue el gerente de la empresa SUSEIM C.A y la maquina fresadora tipo convencional utilizada en los procesos de producción.

Por otra parte, para Arias (2012) la muestra es un "subconjunto representativo y finito que se extrae de la población". (p.83). Para efectos de esta investigación, no se calculó la muestra, pues tal, como lo refiere Hurtado (2012) no es necesario hacer un muestreo cuando "la población, además de ser conocida, es accesible, es decir, es posible ubicar a todos sus miembros. No vale la pena hacer un muestreo para poblaciones de menos de 100 integrantes." (p.148). Por lo tanto, se consideró la totalidad de la población el gerente y la maquina fresadora de la empresa SUSEIM C.A.

TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para dar respuesta a las interrogantes formuladas, se requiere definir la forma de obtener la información. Al respecto, Hurtado (2012) afirma que "son los procedimientos utilizados para la recolección de los datos" (p.161). En esta investigación se utilizó la técnica de la entrevista, según Arias (2012) esta "basada en un diálogo o conversación cara a cara, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida (p.73). De allí que, la información se obtuvo directamente del gerente de la empresa SUSEIM C.A., siendo este quien conoce la realidad de la organización en cuanto al proceso que se requiere y la necesidad de transformar la fresadora convencional en una CNC.

En lo que se refiere al tipo de instrumento, Hernández et al. (2012) señalan que estos “representan la herramienta con la cual se va a recoger, filtrar y codificar la información” (p.161), en esta investigación se utilizó como instrumento el cuestionario, según Hernández et al. (2014) “consiste en un conjunto de preguntas con respecto a una o más variables a medir” (p.217). Se destaca que el cuestionario aplicado fue de preguntas abiertas, no estructuradas, para Arias (2012) es aquel donde el encuestado tiene la libertad de responder y “desarrollar su respuesta de manera independiente” (p.75). En este caso el cuestionario estuvo conformado por 4 preguntas abiertas, dando la libertad al gerente para que expusiera las necesidades de la empresa en relación a la trasformación de la fresadora tradicional existente a una CNC, considerando la posibilidad de diseñar piezas complejas, velocidad de la producción, calidad y competitividad en el mercado.

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

La validez representa las condiciones que deben cumplir los instrumentos, según las características de la investigación. Al respecto, Hernández et al. (2014) la refieren “como el grado en que un instrumento realmente mide la variable que se propone medir” (p.200). En ese orden de ideas, en este estudio se utilizó la validez de contenido referida según Hernández et al. (2014), “al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide” (p.201|), con el objeto de determinar si este mide realmente en forma adecuada, lo que se pretende medir, asumiendo para ello el juicio de expertos como lo sugiere el referido autor.

Por lo antes mencionado, se seleccionaron tres (03) jueces o expertos, uno vinculado al área metodológica y dos (2) relacionados con el área de estudio, ingeniero industrial o mecánico, a quienes se les suministró el instrumento de validación para conocer

su opinión con respecto a: redacción, calidad y pertinencia de los ítems según los objetivos de la investigación, señalando, además si es válido o no el instrumento diseñado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos, según indicadores, dimensiones y variable considerada en esta investigación, diseño de un cabezal para la transformación de una fresadora convencional en una máquina de control numérico computarizado. Igualmente, es producto de la técnica e instrumentos utilizados para conocer las necesidades de la empresa contexto de estudio.

INSTRUMENTO APLICADO AL GERENTE DE LA EMPRESA SUSEIM C.A

1. Como considera Ud. qué es el proceso de producción que se desarrolla en la empresa con la fresadora convencional.
2. Al trasformar la fresadora convencional en una maquina fresadora CNC ¿mejorarían los procesos de producción con la maquina?
3. ¿Cuál considera Ud. que es la pieza clave a diseñar para que la fresadora convencional existente se transforme en una CNC?
4. ¿Qué tipo de diseño requiere la empresa para la posterior construcción del sistema requerido para la transformación de la fresadora convencional en una CNCC?

ENTREVISTA ING. RAFAEL FLORES

GERENTE DE LA EMPRESA SUSEIM C.A

1. Como considera Ud. qué es el proceso de producción que se desarrolla en la empresa con la fresadora convencional.

El proceso de producción utilizando la fresadora convencional, que es la que se dispone en la empresa actualmente, es lento y en muchas oportunidades a ocasiona retraso en los trabajos, lo que nos ha hecho quedar mal con los clientes. Las piezas que produce no presentan la calidad adecuada en el acabado, puesto que son piezas que necesitan precisión,

lo que ha significado el desecho de piezas. Además, para este de proceso se requiere de bastante personal, que dedican más tiempo del estimado en la producción de una pieza, y aun así, los resultados no son los mejores en precisión y acabados. Esto ha implicado perdidas en cuanto a material, tiempo y dinero para la empresa, e incide en los altos costos de las piezas. Nos estamos quedando atrás, no estamos siendo competitivos, la empresa necesita mejorar el rendimiento en la producción para salir al mercado con un producto de calidad, mejorando precisión, acabado y costos.

2. Al trasformar la fresadora convencional en una maquina fresadora CNC ¿mejorarían los procesos de producción con la maquina?

Eso es lo que estamos buscando, mejorar los procesos de producción con la transformación de la fresadora convencional a una CNC. Con esta trasformación a CNC estamos introduciendo la automatización del proceso, se ha analizado detalladamente y es la alternativa más viable para maximizar la productividad, optimizar rendimiento, elaborar piezas complejas con calidad y precisión, reducción de costos y mano de obra. Volver a ser una empresa de alta gama en el mercado, ofrecer a nuestros clientes y al público en general productos de calidad y con costos competitivos.

3. ¿Cuál considera Ud. que es la pieza clave a diseñar para que la fresadora convencional existente se transforme en una CNC?

Es necesario el diseño de un cabezal, con esto se está incorporando un cambiador de herramientas automático. Conjuntamente con el husillo y la adaptación de los conos ISO 40, siendo necesario el diseño del adaptador, y el modelo base que se ha seleccionado para hacer la transformación, tiene otro modelo de cono (BT 40) y en la empresa tenemos disponibles los ISO 40. Igualmente, debemos disponer del diseño de un sujetador para sostener los conos ISO 40 de forma que las pinzas atadas del resorte y sean liberados

rápidamente por el presionador hidráulico. Son piezas poco complejas, pero necesitan de un diseño preciso y detallado.

4. ¿Qué tipo de diseño requiere la empresa para la posterior construcción del sistema requerido para la transformación de la fresadora convencional en una CNCC?

Como te mencione anteriormente, el diseño que se requiere debe ser muy detallado y preciso, porque son piezas que deben encajar perfectamente para no tener problemas cuando entre en funcionamiento de la máquina, por tanto, se requiere medidas y formas exactas, que se engrane cada componente formando una pieza que garantice un buen funcionamiento. Por lo que yo considero, que el diseño debe ser primero en 2D para visualizar en forma detallada cada parte diseñada, y luego en 3D para visualizar el modelado de cada pieza, hacer el análisis, hacer correcciones si es necesario y generar el prototipo.

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO

La trasformación de la fresadora convencional a CNC se inició con la búsqueda de un modelo base para establecer el nuevo diseño del cabezal y del husillo, teniendo en cuenta como criterio de selección el sistema de adaptabilidad, velocidad para desprender el cono, y el mejor diseño que se adaptará a la fresadora tradicional a transformar. El modelo seleccionado para recrear fue uno asiático, Figura 5, en formato JPG.

Se destaca que, el plano básico encontrado no estaba totalmente acotado, con medidas no acordes con el diseño, por tanto, fue necesario hacer una reingeniería en el modelo con la finalidad de conseguir las medidas y adaptarlas al nuevo diseño.

Para visualizar cotas y medir los pixeles, se utilizó el software Paint, donde se visualizó la imagen con la finalidad de hacer el proceso de conversión de pixeles a milímetros. A través de la relación entre la cantidad de milímetros y la de pixeles

equivalentes en el eje X y Y, realizando las medidas aproximadas para cada cota, las cuales serían modificadas posteriormente para adaptarlas a la fresadora tradicional a transformar.

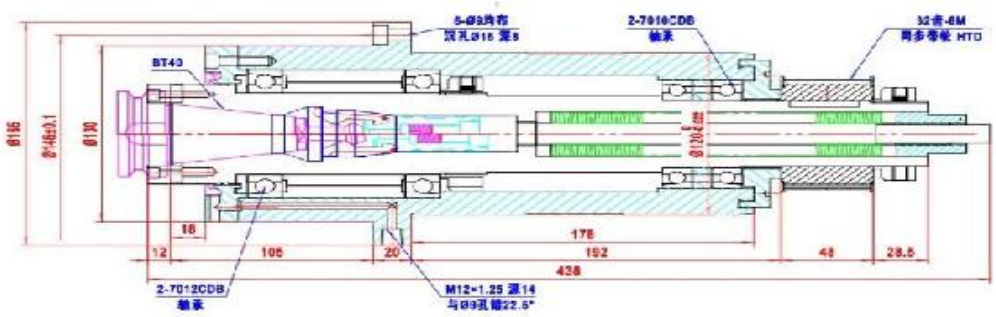


Figura 5. Modelo base seleccionado

Fuente: elaboración propia (2021)

En la Figura 6 se muestra el sistema de funcionamiento de sostención del cono, el cual entra y retiene las pinzas, que van unidas por un retén o liga, se visualiza la buena disposición para la operatividad en la cavidad del husillo, Figura 7, criterio que sirvió para proseguir con el diseño.

Figura 6. Sistema de funcionamiento de sostención del cono del modelo base

Fuente: Factory Outlet (2021).

Figura 7. Disposición del cono en la cavidad del husillo

Fuente: Factory Outlet (2021).

Definido el modelo base se procedió a construir el contorno del husillo y cada una de las piezas que lo conforman, el primer intento de diseño se realizó de forma plana, en 2D, con el objeto de ir probando el sistema de retención de las pinzas y en caso de requerir de alguna corrección hacerlo más fácilmente, y posteriormente hacer una operación de barrido o de revolución para levantar el modelo en 3D, en la Figura 8 y 9 se muestra el contorno y la parte interna del husillo.

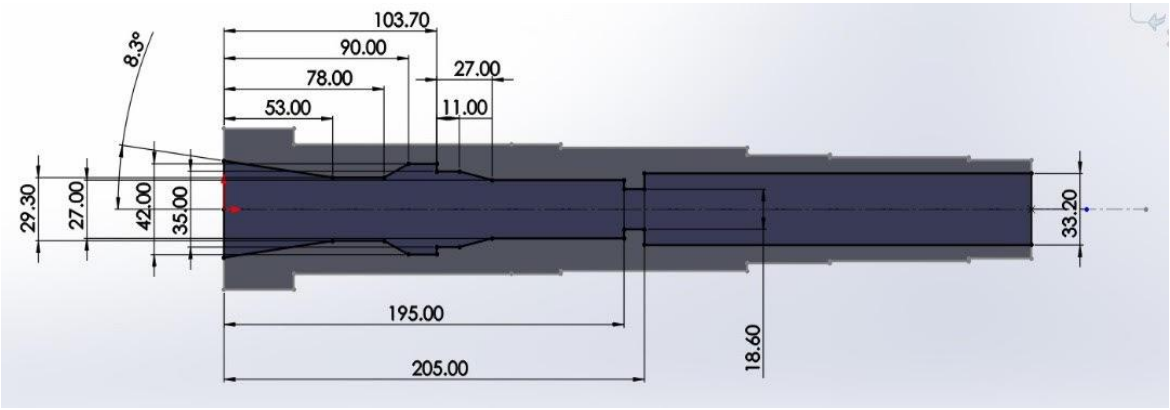


Figura 8. Contorno del husillo

Fuente: elaboración propia (2021)

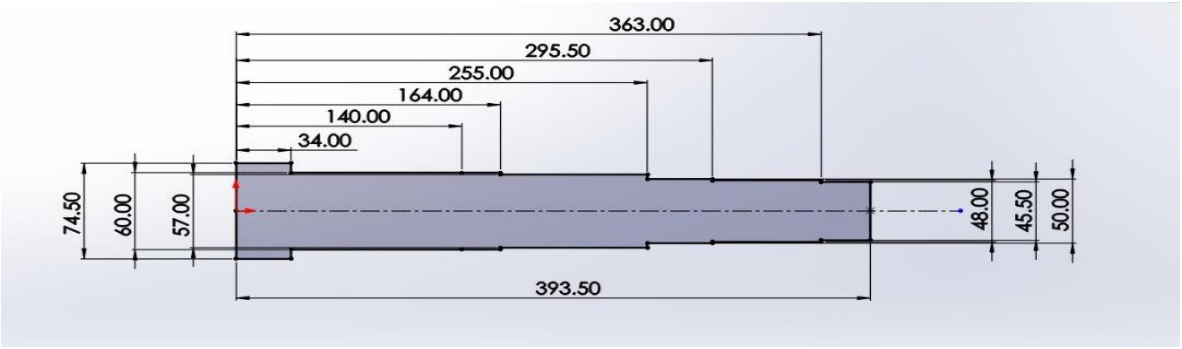


Figura 9.Vista parte interna del husillo

Fuente: elaboración propia (2021)

Se procedió con el diseño en 2D del cono ISO 40, en la Figura 10, se visualiza la acotación realizada según las medidas de los conos disponibles en la empresa, para lo cual fue necesario el diseño de un adaptador, pues el modelo base que se tenía era para conos BT 40, y el disponible en la empresa eran ISO 40, que son conos de mallas enroscable cuyo funcionamiento no es por cambiado rápido.

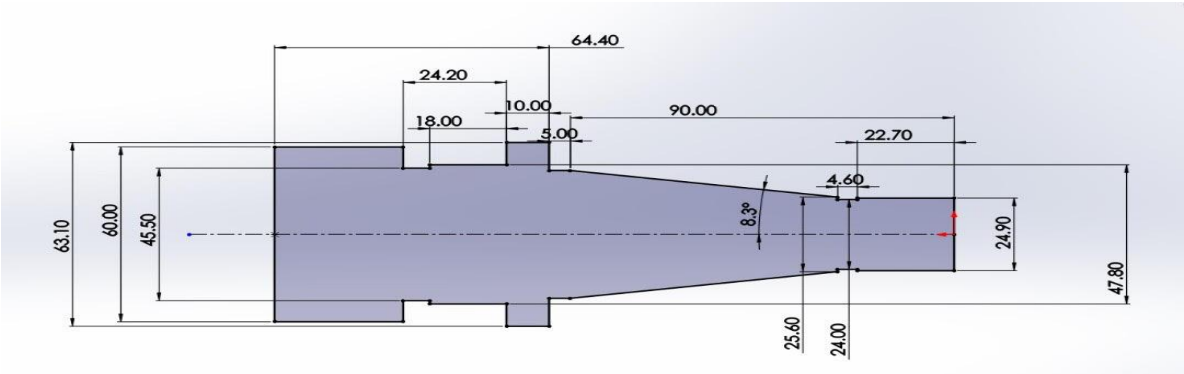


Figura 10. Diseño del cono ISO 40

Fuente: elaboración propia (2021)

El diseño de la adaptación es semejante a una tuerca o tornillo, el cual funcionará como una extensión de un tipo de cabezal que va a estar sujetado por las pinzas atadas del resorte. En la figura 11 se presenta el diseño del adaptador, el cual fue creado a partir de la silueta elaborada del cono ISO 40, para hacer la retención y transición a un cambiador de herramientas rápido.

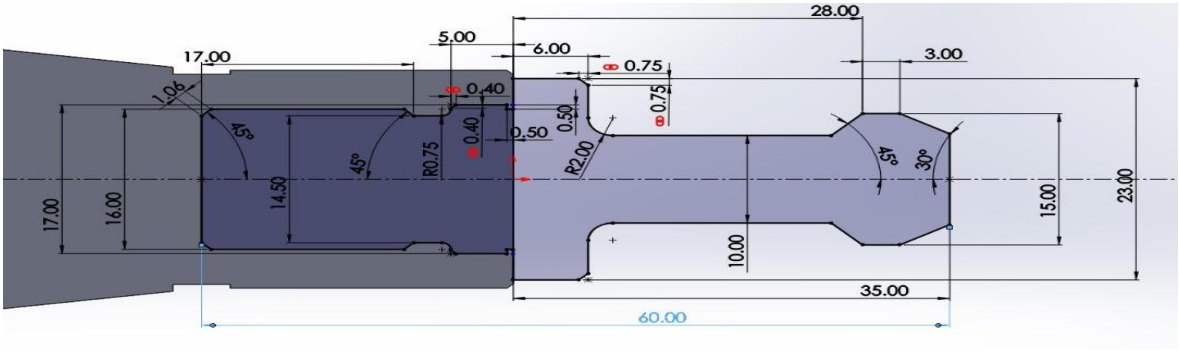


Figura 11. Diseño del adaptador

Fuente: elaboración propia (2021)

Seguidamente se diseñó el buje, Figura 12, el cual va a ser impulsado por el martillo neumático para soltar el cono, empujar o retener las pinzas.

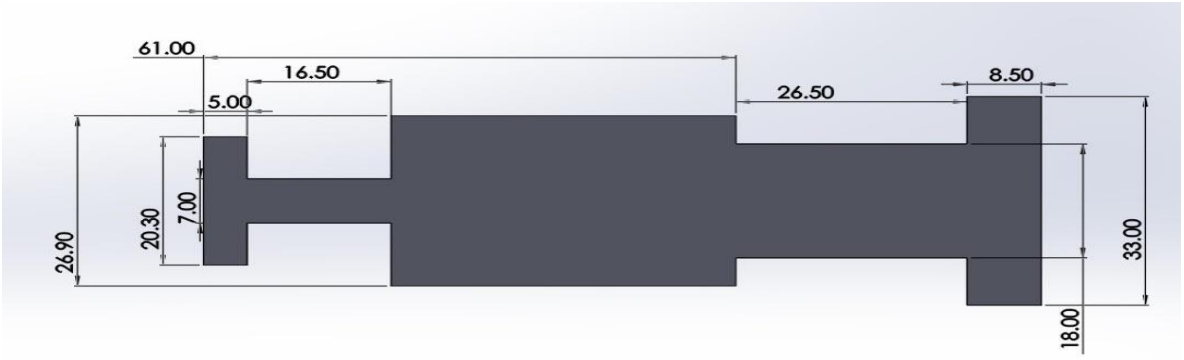


Figura 12. Diseño del buje

Fuente: elaboración propia (2021)

Posteriormente, se procedió a realizar el diseño de las pinzas, el cual debe realizarse de forma detallada puesto que una mínima falla puede ocasionar un accidente laboral con consecuencias costosas. En la Figura 13 se presenta el diseño de la pinza, allí se visualiza la línea guía y la acotación realizada.

Se destaca que, para lograr una simetría perfecta entre todas las pinzas, se tomó la decisión de diseñar en 2D una sola pinza, e ir experimentado y probando, así como también, utilizar una matriz circular de sólidos para tener disponibles todas las pinzas

necesarias, de esta forma se fue probando y modificando las medidas para obtener un diseño que proporcionara la mayor suspensión, ajuste, entre otros

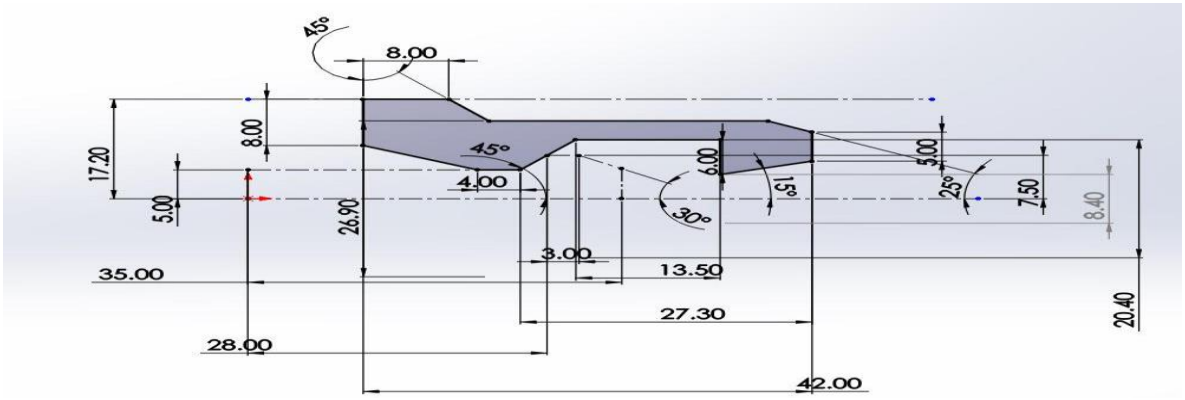


Figura 13. Diseño de la pinza

Fuente: elaboración propia (2021)

Luego se realizó el primer ensamble, en modelo 2D, con todas las piezas del husillo, este se hizo con la finalidad de probar el movimiento dinámico que permite el software SolidWorks, de esta forma se experimentó cómo era la sostención, su actuación con la pinza con el adaptador del cono y el buje. En la Figura 14 se presenta el diseño del sistema de funcionamiento interno del husillo, del sistema de retención.

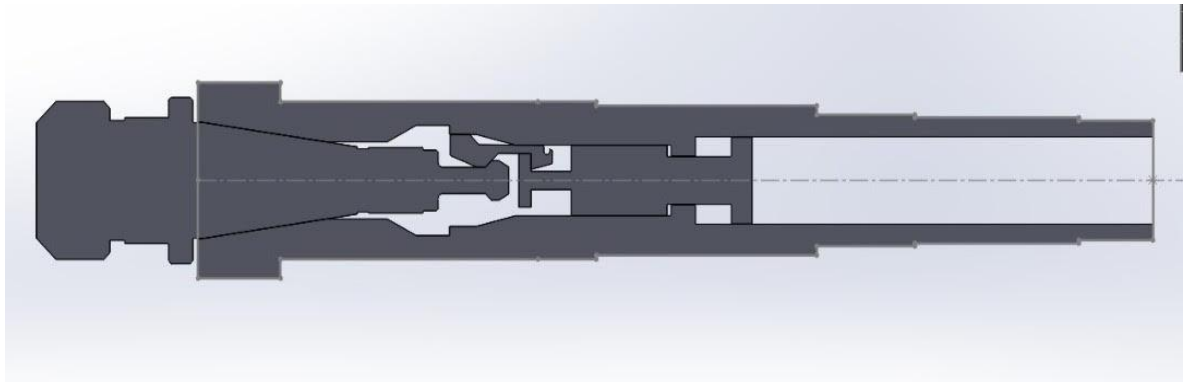


Figura 14. Diseño del sistema de funcionamiento interno del husillo

Fuente: elaboración propia (2021)

En la Figura 15, se observa el funcionamiento el mecanismo en el prototipo en 2D, al retirar el cono mediante el empuje del buje, el desplazamiento de la pinza hacia delante y

cae en la cavidad diseñada para eso, y el cono es liberado sin ninguna dificultad.

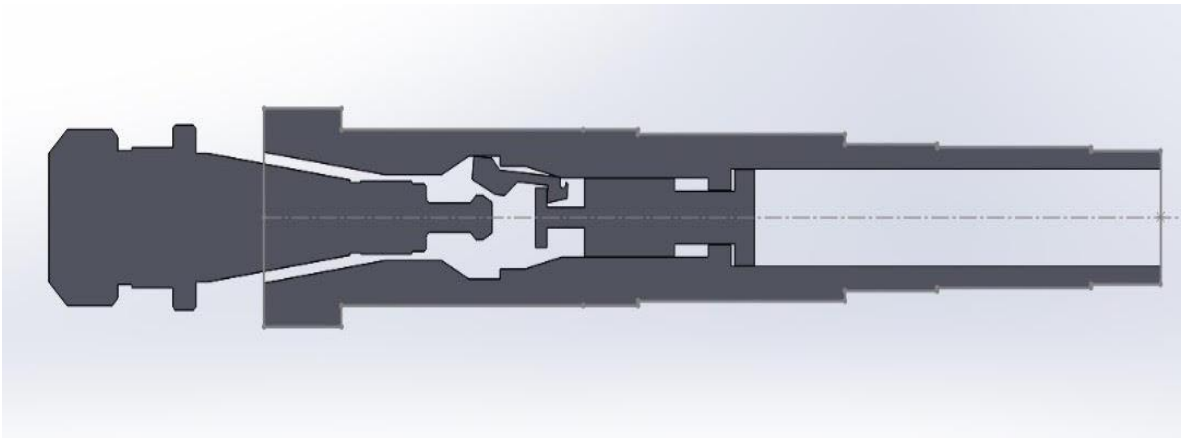


Figura 15. Sistema de funcionamiento interno del husillo al liberar el cono

Fuente: elaboración propia (2021)

Al comprobar el funcionamiento adecuado del prototipo se procedió a realizar el diseño en 3D de cada una de las piezas. En la Figura 16 se muestra el diseño del buje, elemento que proporciona el empuje para liberar el cono, y en la Figura 17 se presenta el cono con el adaptador.

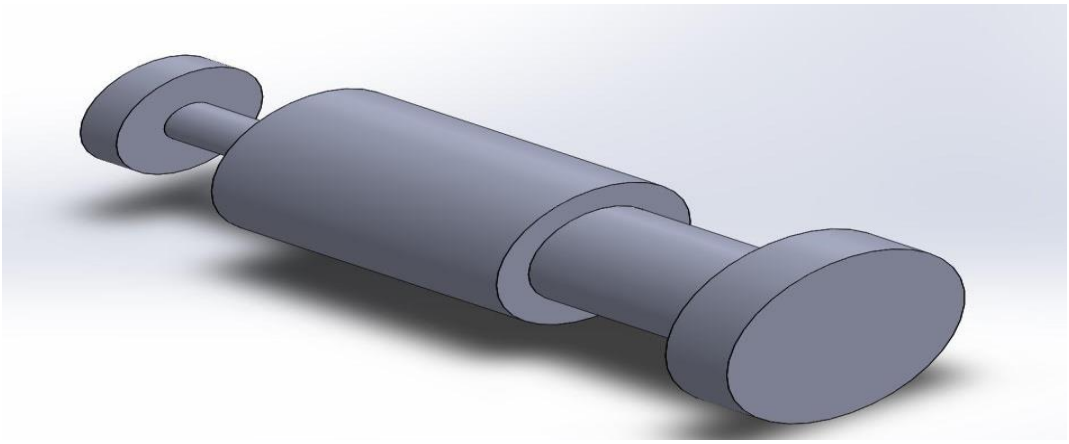


Figura 16. Diseño del buje en 3D

Fuente: elaboración propia (2021)

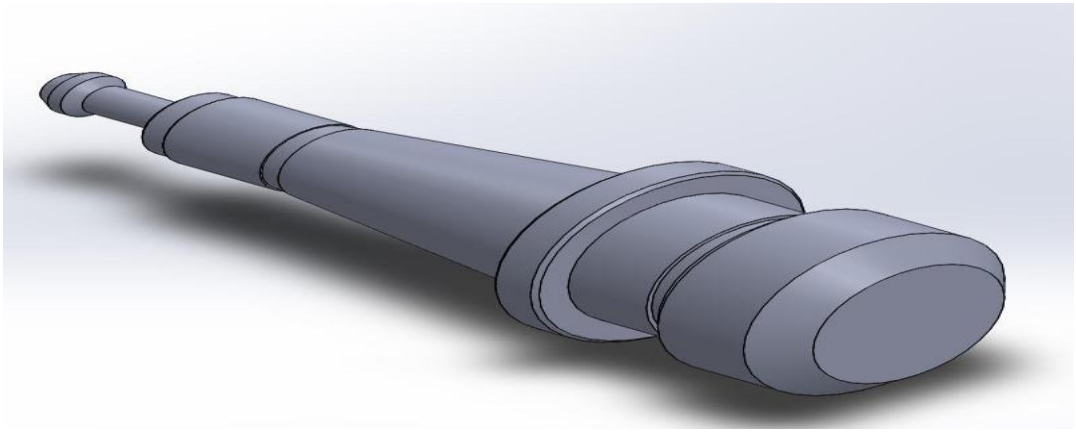


Figura 17. Diseño del cono con adaptador

Fuente: elaboración propia (2021)

En la Figura 18 se muestra el corte del eje del husillo, modelado en 3D donde se observa el relieve especificado en el plano 2D.

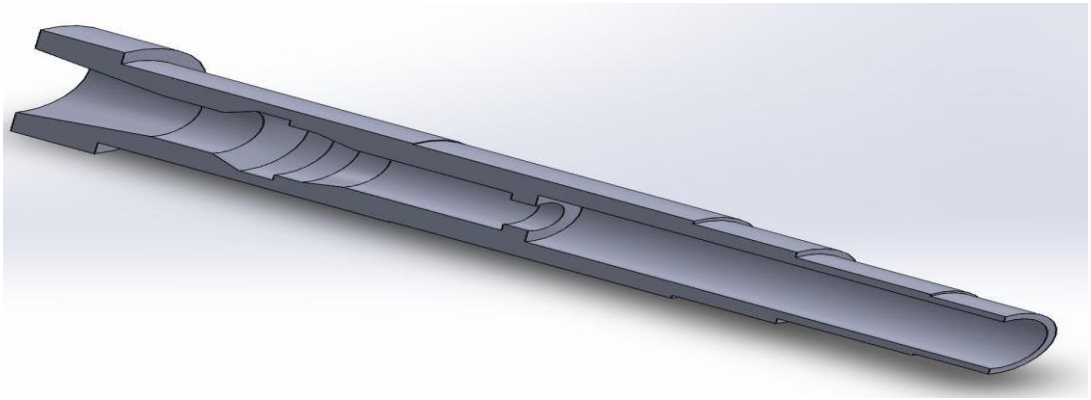


Figura 18. Corte eje del husillo

Fuente: elaboración propia (2021)

En el diseño del rodamiento 70/10 y 70/12 se utilizó el catálogo de rodamientos disponible en la biblioteca del software, Figura 19, el cual fue ubicado como un bloque aparte e incorporado al diseño del husillo.

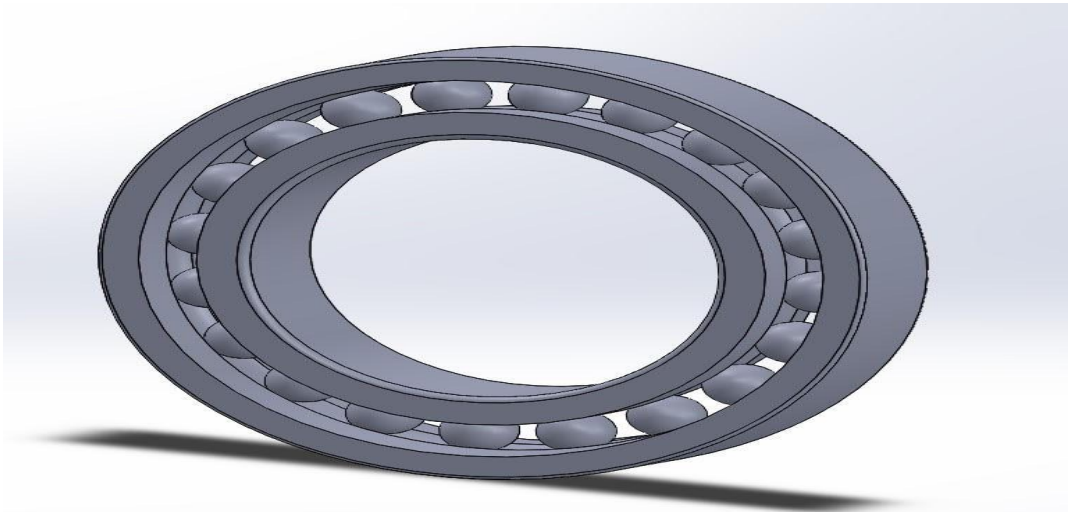


Figura 19. Rodamiento 70/10 y 70/12

Fuente: elaboración propia (2021)

Posteriormente, se realizó el diseño de los separadores de los rodamientos, Figura 20 separador de los rodamientos 70/10 y en la Figura 21 se presenta el separador del rodamiento 70/12. Se destaca que este proceso debe realizarse de forma adecuada para que no se produzca roce o fricción con la parte rotativa de los mismos.

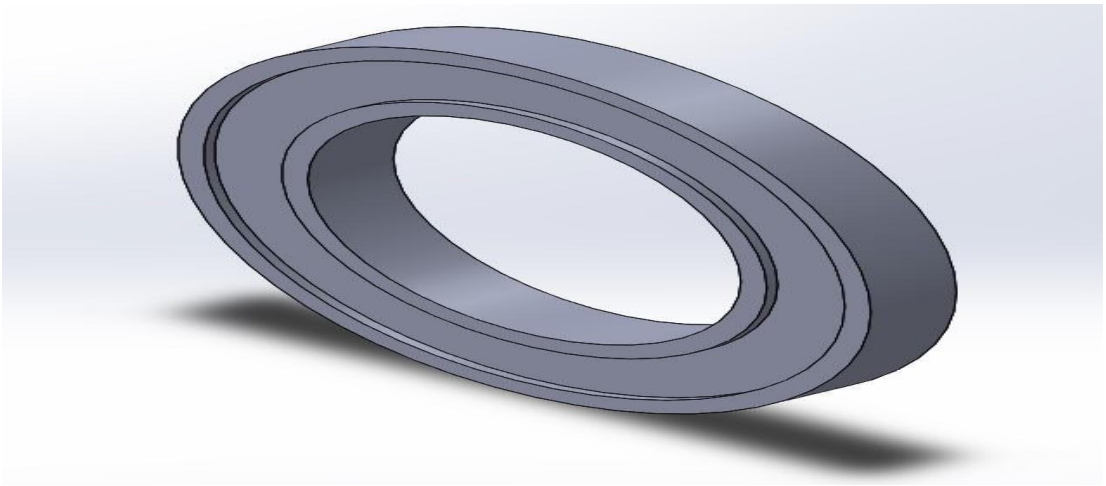


Figura 20. Separador rodamiento 70/10

Fuente: elaboración propia (2021)

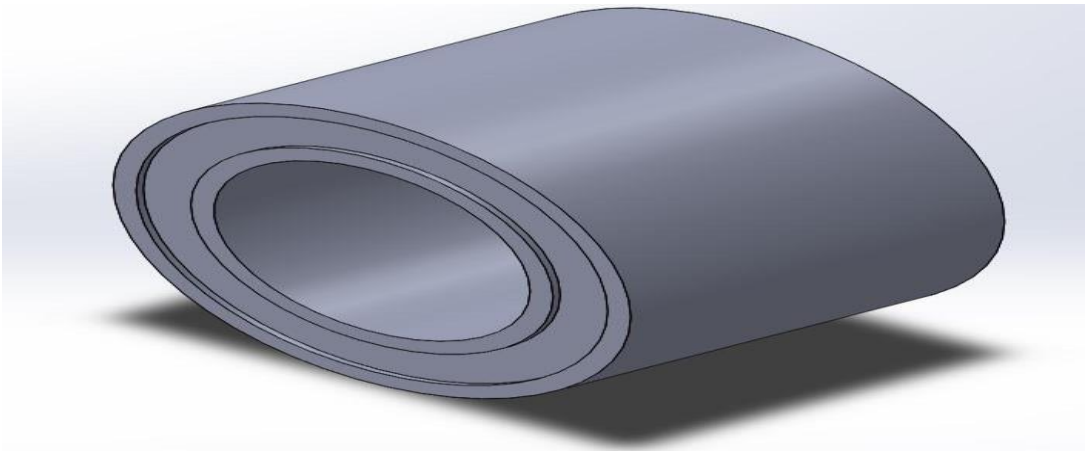


Figura 21. Separador rodamiento 70/12

Fuente: elaboración propia (2021)

En la Figura 22 se muestra el corte del diseño de la carcasa, donde se observa la disposición de cada una de las piezas del husillo, como son ejes, separadores, rodamientos, entre otras.

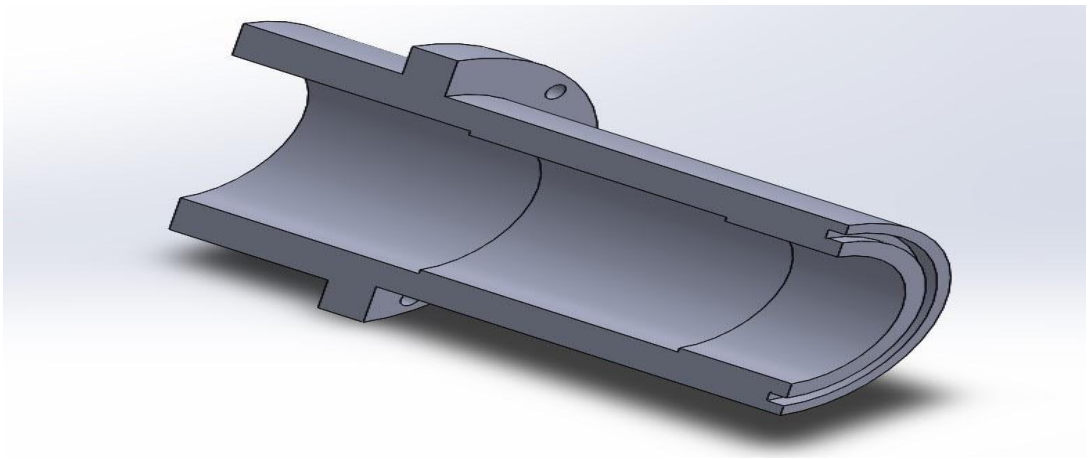


Figura 22. Corte del diseño de la carcasa

Fuente: elaboración propia (2021)

Posteriormente se realizó el diseño de las tapas que soportan el sistema interior del husillo. En la Figura 23 se presenta la tapa delantera y en la 24 la tapa trasera.

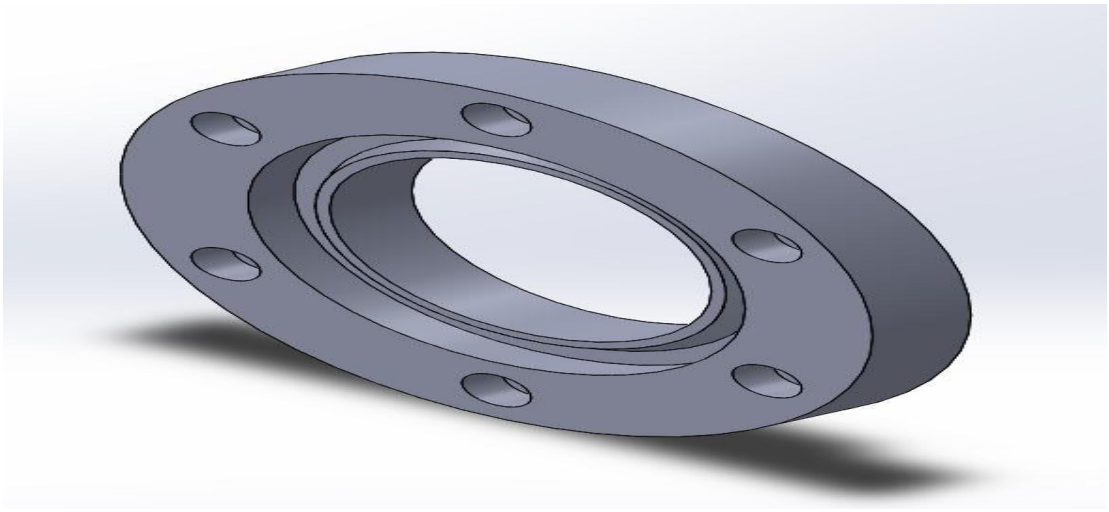


Figura 23. Diseño tapa delantera

Fuente: elaboración propia (2021)

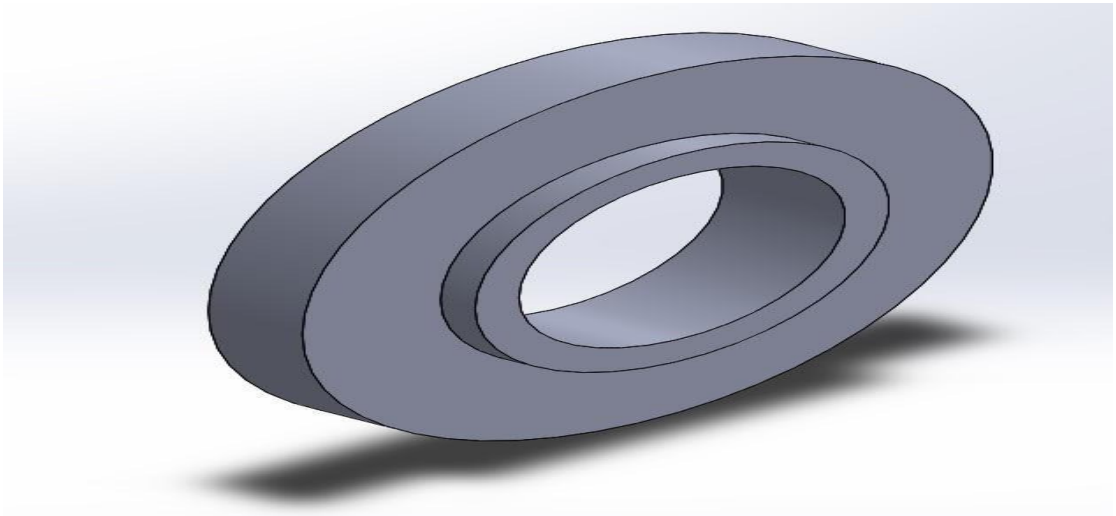


Figura 24. Diseño tapa trasera

Fuente: elaboración propia (2021)

En la Figura 25 se muestra el corte del husillo donde se visualiza todas las piezas interiores acopladas o encajadas al mismo. Y en la Figura 26 se presenta el diseño del husillo en 3D.

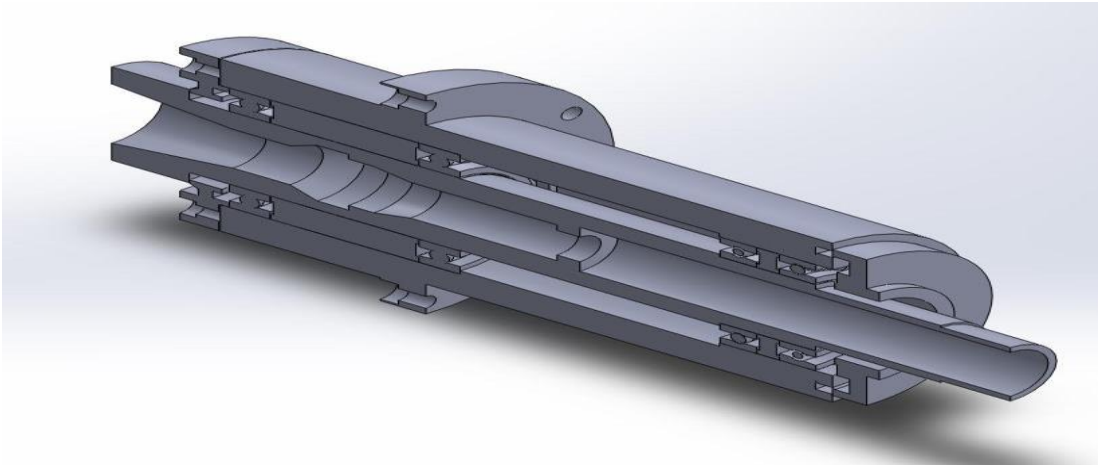


Figura 25. Corte del husillo con piezas interiores

Fuente: elaboración propia (2021)

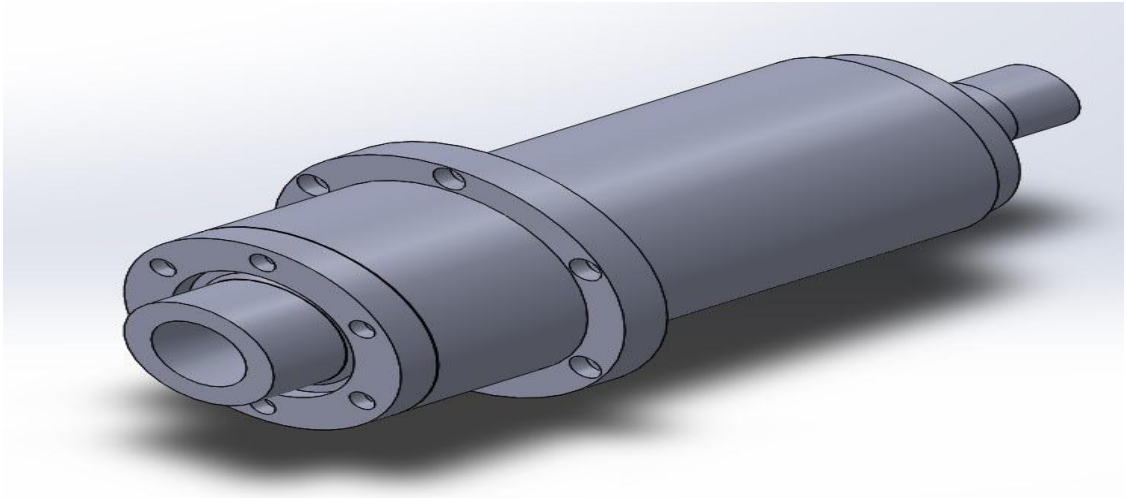


*Figura 26***.** Diseño del husillo

Fuente: elaboración propia (2021)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo referido a diseñar el husillo que permita que el cabezal posea el cambiador de herramientas hidráulico, se seleccionó un modelo base para lo cual se hizo la reingeniería de las medidas para la adaptación a la fresadora convencional disponible en la empresa. Se realizó el diseño en 2D para probar y experimentar todo lo referente a medidas, dinámica del movimiento en sistema de retención y acople y disposición de cada una de las piezas internas del husillo.

En el objetivo relacionado con elaborar el diseño del adaptador de los conos ISO 40 para el cambiador de herramientas hidráulico, se hizo una adaptación semejante a una tuerca o tornillo, pues es enroscable, el cual funcionará como una extensión de un tipo de cabezal que va a estar sujetado por las pinzas atadas del resorte.

En cuanto a realizar el realizar el diseño del sistema externo para el soporte del husillo, se diseñó la carcasa, las tapas delantera y trasera, cuyas dimensiones hace que cada componente del husillo encaje y se acoplen perfectamente para que su funcionamiento sea óptimo.

El diseño del cabezal, compuesto por el husillo y sus componentes, rodamientos, pinzas, bujes, entre otras, así como el adaptador de los conos ISO 40 y el sistema externo de soporte, fue realizado utilizando el software SolidWorks, el cual permitió hacer un diseño detallado en 2D y 3D, iniciando el desarrollo del modelo según los requerimientos para transformar la fresadora convencional en una CNC, se realizó el análisis de cada pieza modelada para que su funcionamiento sea el adecuado y finalmente se generó el prototipo.

El motor fue ubicado en la parte superior para que proporcionar la mayor movilidad al carro.

RECOMENDACIONES

Para la construcción del cabezal se recomienda seguir las acotaciones y medidas establecidas en el diseño de cada una de las piezas para garantizar el funcionamiento adecuado, en cuanto al sistema de retención, rodamiento y velocidad.

REFERENCIAS

Factory Outlet (2021). *Husillo.* https://es.aliexpress.com/item/1005001670999818.html

Angles, C. (2019). *Diseño y construcción de un prototipo experimental de una fresadora router CNC para su aplicación en la industria manufacturera*. [Tesis de Grado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4237

Aquino., G. y Placid, S. (2017). *Diseño de una máquina CNC para la elaboración de circuitos impresos.* [Trabajo de grado, Universidad de Carabobo] http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/7071/gilberaquino.pdf?sequence=3

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación: Guía para su Elaboración.* Caracas: Episteme, C.A. 6ta edición.

Flores, F. (2016). *Diseño de una máquina controlada por ordenador*. [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés]. https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9182

Guerrero A., Urdaneta E. y Villalobos N. (2017). *Sistema automatizado con base en una fresadora de control numérico (CNC) para la elaboración de circuitos impresos.* [Trabajo de Grado, Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín] http://virtual.urbe.edu/tesispub/0095224/intro.pdf

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación.* (6ta.ed). Editorial: McGraw-Hill Interamericana. México.

Hurtado, J. (2012). *El proyecto de investigación. Comprensión holística de la metodología y la investigación*. Ediciones Quirón. (7ma ed.).

Mecansinc (2019). *Mecanizar con precisión mediante fresadora CNC*. https://www.mecanizadossinc.com/mecanizar-con-precision-fresadora-cnc/

Molina, D., Sánchez, J. y Santarrosa, C. (2017). *Sistema de control numérico por computador (CNC) para el posicionamiento de resistencias eléctricas en placas electrónicas*. [Trabajo de Grado, Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín] http://virtual.urbe.edu/tesispub/0092402/intro.pdf

Muñoz, D. (2018). *Fresadora CNC | ¿Cómo funciona la Fresadora CNC?* https://industriasmycenter.com/fresadora-cnc-funcionamiento/

Palella, S. y Martins, F. (2010). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas: FEDUPEL

Ramírez, T. (2010). *Cómo hacer un proyecto de investigación*. Caracas, Venezuela: Editorial Panapo

Sánchez, C. y Cortez, J. (2011). *Diseño de la automatización para una fresadora convencional*. [Tesis de Grado, Universidad Autónoma de Occidente]. https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/1280/TMK00415.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zhengzhou Timeway Machine (2021). *Categorías de productos*. http://www.timewaymaquinas.com/milling-machines/vertical-milling-machines/heavy-duty-vertical-milling-machines.html

Vicencio, I. (2020). *Diseño de una fresadora CNC de escritorio de cabezales intercambiable.* [Tesis de Grado, Universidad Técnica Federico Santa María sede Viña del Mar José Miguel Carrera]. https://repositorio.usm.cl/handle/11673/49990?show=full

ANEXOS

Instrumento

Instrumento aplicado al Gerente de la empresa SUSEIM C.A

5. Como considera ud qué es el proceso de producción que se desarrolla en la empresa con la fresadora convencional.

6. Al trasformar la fresadora convencional en una maquina fresadora CNC ¿mejorarían los procesos de producción con la maquina?

7. ¿Cuál considera ud que es la pieza clave a diseñar para que la fresadora convencional existente se transforme en una CNC?

8. ¿Qué tipo de diseño requiere la empresa para la posterior construcción del sistema requerido para la transformación de la fresadora convencional en una CNCC?

Entrevista Ing. Rafael Flores

Gerente de la empresa SUSEIM C.A

5. Como considera Ud. qué es el proceso de producción que se desarrolla en la empresa con la fresadora convencional.

El proceso de producción utilizando la fresadora convencional, que es la que se dispone en la empresa actualmente, es lento y en muchas oportunidades a ocasiona retraso en los trabajos, lo que nos ha hecho quedar mal con los clientes. Las piezas que produce no presentan la calidad adecuada en el acabado, puesto que son piezas que necesitan precisión, lo que ha significado el desecho de piezas. Además, para este de proceso se requiere de bastante personal, que dedican más tiempo del estimado en la producción de una pieza, y aun así, los resultados no son los mejores en precisión y acabados. Esto ha implicado perdidas en cuanto a material, tiempo y dinero para la empresa, e incide en los altos costos de las piezas. Nos estamos quedando atrás, no estamos siendo competitivos, la empresa necesita mejorar el rendimiento en la producción para salir al mercado con un producto de calidad, mejorando precisión, acabado y costos.

6. Al trasformar la fresadora convencional en una maquina fresadora CNC ¿mejorarían los procesos de producción con la maquina?

Eso es lo que estamos buscando, mejorar los procesos de producción con la transformación de la fresadora convencional a una CNC. Con esta trasformación a CNC estamos introduciendo la automatización del proceso, se ha analizado detalladamente y es la alternativa más viable para maximizar la productividad, optimizar rendimiento, elaborar piezas complejas con calidad y precisión, reducción de costos y mano de obra. Volver a ser una empresa de alta gama en el mercado, ofrecer a nuestros clientes y al público en general productos de calidad y con costos competitivos.

7. ¿Cuál considera ud que es la pieza clave a diseñar para que la fresadora convencional existente se transforme en una CNC?

Es necesario el diseño de un cabezal, con esto se está incorporando un cambiador de herramientas automático. Conjuntamente con el husillo y la adaptación de los conos ISO 40, siendo necesario el diseño del adaptador, y el modelo base que se ha seleccionado para hacer la transformación, tiene otro modelo de cono (BT 40) y en la empresa tenemos disponibles los ISO 40. Igualmente, debemos disponer del diseño de un sujetador para sostener los conos ISO 40 de forma que las pinzas atadas del resorte y sean liberados rápidamente por el presionador hidráulico. Son piezas poco complejas, pero necesitan de un diseño preciso y detallado.

8. ¿Qué tipo de diseño requiere la empresa para la posterior construcción del sistema requerido para la transformación de la fresadora convencional en una CNCC?

Como te mencione anteriormente, el diseño que se requiere debe ser muy detallado y preciso, porque son piezas que deben encajar perfectamente para no tener problemas cuando entre en funcionamiento de la máquina, por tanto, se requiere medidas y formas

exactas, que se engrane cada componente formando una pieza que grantice un buen funcionamiento. Por lo que yo considero, que el diseño debe ser primero en 2D para visualizar en forma detallada cada parte diseñada, y luego en 3D para visualizar el modelado de cada pieza, hacer el análisis, hacer correcciones si es necesario y generar el prototipo.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Quien Suscribe: Ing. Larry Araujo , titular de la cedula de identidad No:13.238.875, hace constar por medio de la presente, que luego de leer, analizar e interpretar el instrumento de recolección de información, elaborado para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación titulada: Diseño De Cabezal Para La Transformación De Una Fresadora Convencional A Una Máquina De Control Numérico Computarizado En La Empresa Suseim C.A **,**, que presenta el estudiante: Martin Torres , titular de la cedula de identidad Nº **26.877.191**, considero que el mismo reúne las condiciones necesarias en cuanto a pertinencia, relación variable-dimensión-indicador-ítems, congruencia y estilo de redacción adecuado de los ítems.

En consecuencia, el referido instrumento es válido para los fines previamente establecidos.

Constancia que se expide en la ciudad de Trujillo, a los 14 días del mes de: septiembre de 2021.

Especialista: Larry Araujo
Cedula: 13.238.875.

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Quien Suscribe: Ing. Javier Mazzey , titular de la cedula de identidad No:11.319.775, hace constar por medio de la presente, que luego de leer, analizar e interpretar el instrumento de recolección de información, elaborado para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación titulada: Diseño De Cabezal Para La Transformación De Una Fresadora Convencional A Una Máquina De Control Numérico Computarizado En La Empresa Suseim C.A **,**, que presenta el estudiante: Martin Torres , titular de la cedula de identidad Nº **26.877.191**, considero que el mismo reúne las condiciones necesarias en cuanto a pertinencia, relación variable-dimensión-indicador-ítems, congruencia y estilo de redacción adecuado de los ítems.

En consecuencia, el referido instrumento es válido para los fines previamente establecidos.

Constancia que se expide en la ciudad de Trujillo, a los 14 días del mes de: septiembre de 2021.

Especialista: Javier Mazzey
Cedula: 11.319.775

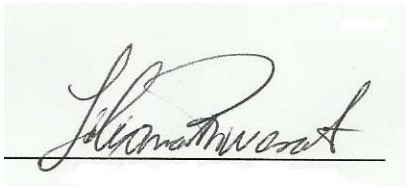
UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Quien Suscribe:, Liliana Rivera Artigas, titular de la cedula de identidad No:13.048.877 , hace constar por medio de la presente, que luego de leer, analizar e interpretar el instrumento de recolección de información, elaborado para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación titulada: Diseño De Cabezal Para La Transformación De Una Fresadora Convencional A Una Máquina De Control Numérico Computarizado En La Empresa Suseim C.A **,**, que presenta el estudiante: Martin Torres , titular de la cedula de identidad Nº **26.877.191**, considero que el mismo reúne las condiciones necesarias en cuanto a pertinencia, relación variable-dimensión-indicador-ítems, congruencia y estilo de redacción adecuado de los ítems.

En consecuencia, el referido instrumento es válido para los fines previamente establecidos.

Constancia que se expide en la ciudad de Trujillo, a los 14 días del mes de: septiembre de 2021.



Especialista: Liliana Rivera
Cedula: 13.048.877