



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 2%

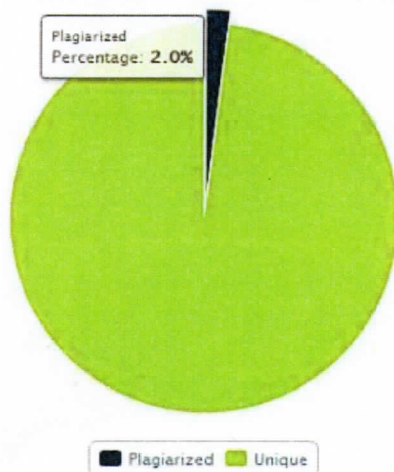
Date: miércoles, septiembre 21, 2022

Statistics: 107 words Plagiarized / 4619 Total words

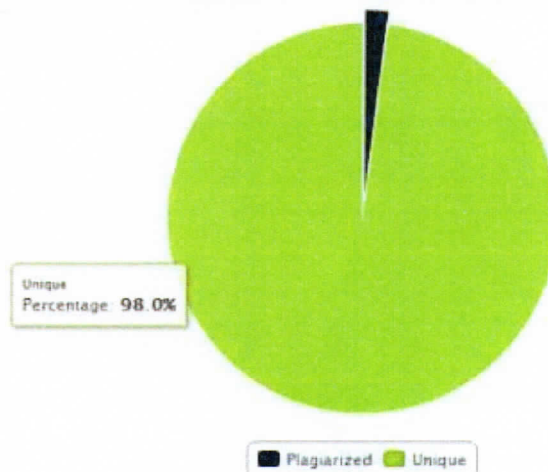
Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

Handwritten signature and date: 21/09/2022, J. David

PlagiarismCheckerX Summary Report



PlagiarismCheckerX Summary Report



INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO / CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL TEMA: DISEÑO DE MATRIZ PARA ENVASES ALIMENTARIOS RECTANGULARES DE 30 X 20 X 5.5 [cm], EN LÁMINAS DE **ACERO INOXIDABLE AISI 316** SEGÚN LA NORMA NTE INEN1815:2013. PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA INDUSTRIAL ANTONY DAVID GUILCAMAIGUA GUAMUSHIG FRANKLIN JAVIER PINTO SARANGO Asesor: ING.

JOSÉ EDUARDO ÁVILA BRITO QUITO, AGOSTO DEL 2022. © Instituto Superior Universitario Central Técnico (2020). Reservados todos los derechos de reproducción DECLARACIÓN 1 Yo, Antony David Guilcamaigua Guamushig declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Instituto Superior Tecnológico Central Técnico puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por **la normativa institucional vigente.**

----- Antony David Guilcamaigua Guamushig
DECLARACIÓN 2 Yo, Franklin Javier Pinto Sarango declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Instituto Superior Tecnológico Central Técnico puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

----- Franklin Javier Pinto Sarango CERTIFICACIÓN
Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Antony David Guilcamaigua Guamushig y Franklin Javier Pinto Sarango, bajo mi supervisión.

_____ Ing.

José Eduardo Ávila Brito TUTOR DE PROYECTO AGRADECIMIENTO 1 Agradezco de manera especial al Ing. José Eduardo Ávila Brito tutor asignado, al coordinador de la Carrera de Mecánica industrial Mgs. Stalin Alejandro Maldonado Arteaga y al Ing. Leonardo Francisco Beltrán Venegas del Instituto Superior Universitario Central Técnico por permitir que se desarrollara este proyecto de investigación, le estoy muy agradecido por el tiempo, la colaboración y la paciencia que ha tenido en este tiempo transcurrido del desarrollo del proyecto, agradezco por la oportunidad que me ha dado la carrera por instruirme de manera profesional y ética con el fin de cumplir todas mis metas propuestas durante todo mi período académico, de las cuales quedo muy satisfecho por su buen trabajo.

Antony David Guilcamaigua Guamushig AGRADECIMIENTO 2 Un agradecimiento especial y sincero a todas las personas que vivieron y me apoyaron de cerca en mi camino estudiantil, los cuales me dieron la ayuda necesaria para salir adelante en cada obstáculo presente. A mis amados padres por sembrar en mí el sentido de la responsabilidad, humildad y enseñarme el valor del sacrificio para conseguir un objetivo determinado.

A mi hermana y amigos por las buenas experiencias recorridas a lo largo de todo este trayecto recorrido. Un agradecimiento especial al Ing. José Eduardo Ávila Brito tutor asignado para la realización del proyecto, al coordinador de carrera Mgs. Stalin Alejandro Maldonado Arteaga y al Ing. Leonardo Francisco Beltrán Venegas, por los conocimientos impartidos durante toda la trayectoria académica y durante el desarrollo del proyecto, permitiendo que el trabajo sea culminado de forma correcta.

Franklin Javier Pinto Sarango DEDICATORIA 1 Yo, Antony David Guilcamaigua Guamushig dedico este proyecto a mi madre María Mercedes Guamushig, porque ella ha sido un pilar principal para mi desarrollo como hijo y profesional, ya que ha dedicado varias horas de su vida y su apoyo incondicional para guiarme por un buen camino y siempre esforzarme para cumplir todas mis metas que me proponga en la vida ya que cada paso u objetivo que cumpla es un logro no solo

mío si no un logro de ambos, este es el motivo por la cual seguimos luchando con fervor y dedicación para ser mejores personas.

DEDICATORIA 2 Yo, Franklin Javier Pinto Sarango dedico el siguiente proyecto como gesto de agradecimiento en primer lugar a mis padres Homero Pinto y Carmen Sarango, quienes junto a mi hermana Fernanda Pinto siempre están conmigo, ayudándome a superar todos los obstáculos presentes, brindándome su apoyo incondicional en cualquier circunstancia, motivándome siempre a seguir adelante hasta alcanzar todas mis metas y objetivos.

Matrix Design for Rectangular Food Containers of 30 X 20 X 5.5

[cm], ??in **AISI 316 Stainless Steel** Sheets According to the NTE INEN 1815:2013 Standard. Diseño de Matriz para Envases Alimentarios Rectangulares De 30 X 20 X 5.5 [cm], en Láminas de **Acero Inoxidable AISI 316** Según la Norma NTE INEN 1815:2013. Antony Guilcamaigua Guamushig¹ Franklin Pinto Sarango² Ing. José Ávila Brito³ ¹Egresado del ISU Central Técnico, Quito, Ecuador E-mail: aguilcamaiguag@istct.edu.ec ²Egresado del ISU Central Técnico, Quito, Ecuador E-mail: fpintos@istct.edu.ec ³ Docente tutor de ISU Central Técnico, Quito, Ecuador E-mail: javila@istct.edu.ec

RESUMEN El siguiente proyecto de investigación, describe el diseño de una matriz para embutido de envases metálicos rectangulares de 30x20 x5.5[cm], en acero inoxidable AISI 316 según la norma NTE 1815:2013, esta investigación inicia con la selección de los materiales respectivos para el envase y la matriz, además de dar a conocer las propiedades físicas, mecánicas y químicas.

En los cálculos de la matriz se aplica el método del diámetro equivalente (perímetro mojado), debido a que no existen las suficientes fórmulas para un envase rectangular, entre otras más que se aplican en el diseño de la matriz. Una vez obtenidos los datos manualmente, se procede a simular en un programa de análisis y diseño 3D que se basa en el método de elementos finitos y así se obtiene el respectivo código G para la fabricación de la matriz en el Centro de Mecanizado Vertical VMC 740.

Para finalizar, la información obtenida de la simulación permite realizar el respectivo comparativo técnico con los resultados. Palabras Clave: Código G, Envase, Embutido, Matriz, Simulación. ABSTRACT The following research project describes the design of a matrix for stuffing rectangular metal containers of 30x20 x5.5

[cm], in AISI 316 stainless steel according to the NTE 1815: 2013 standard, this research begins with the selection of the respective materials for the container and the matrix, in addition to disclosing the physical, mechanical and chemical properties. In the calculations of the matrix, the equivalent diameter method (wet perimeter) is applied, because there are not enough formulas for a rectangular container, among others that are applied in the design of the matrix.

Once the data has been obtained manually, it is simulated in a 3D analysis and design program based on the finite element method and thus the respective G code is obtained for the manufacture of the matrix in the VMC 740 Vertical Machining Center. Finally, the information obtained from the simulation allows the respective technical comparison to be made with the results.

Key Words: Code G, Container, Inlay, Matrix, Simulation.

INTRODUCCIÓN Cuando se habla acerca de envases la primera impresión que se viene a la mente son los envases plásticos debido a que por años se ha utilizado este material **en la industria alimenticia.**

Por lo general estos recipientes se construyen por medio de inyección plástica, sin embargo, existen otros métodos con diferentes tipos de materiales. / Figura 1: Contaminación por plásticos Fuente: Decologia.info Recuperado: 09/03/2022 Uno de estos materiales que se puede tomar como alternativa para la construcción es el acero inoxidable de grado alimenticio, este material es uno de los más utilizados después del plástico por diferentes características, las cuales son su resistencia a la corrosión, la durabilidad y sus propiedades físicas como químicas, convirtiéndose en el material ideal para el contacto con alimentos, otro beneficio que tiene el acero inoxidable es que cumple con las normas requeridas ofreciendo una gran calidad y un ambiente higiénico solicitados por la industria alimenticia.

(Arregui, 2021) / Figura 2: Envases en acero de grado alimenticio Fuente: Mercado libre Recuperado: 09/03/2022 Proceso De Embutido En el siguiente artículo se escogió como proceso principal al embutido el cual consiste en dar una o varias formas a una lámina de metal mediante el uso de una matriz la cual trabaja empujando o punzonando con una determinada fuerza al material contra una cavidad que contiene la forma deseada.

Este **proceso es muy utilizado para fabricar piezas** comunes como latas de bebida, casquillos de municiones, utensilios de cocina entre otros. (P. Groover, 2007) / Figura 3: Proceso de embutido Fuente: Groover Recuperado: 09/03/2022 Fórmulas para el embutido Rectángulo base $a_1 = a - 2r$ [1] $b_1 = b - 2r$ / Figura 4: Rectángulo base Fuente: M.

Rossi Recuperado: 10/03/2022 Desarrollo del blanco $a_2 = a_1 + pr + 2h$ [2] $b_2 = b_1 + pr + 2h$ Disco de desarrollo / [3] Curvas de radio / [4] / Figura 5: Elaboración gráfica del blanco de embutido Fuente: M. Rossi Recuperado: 10/03/2022 Diámetro equivalente del blanco / [5] Diámetro equivalente del punzón / [6] Altura permisible del recipiente circular / [7] Altura permisible del recipiente rectangular / [8] Relación de espesor al diámetro / [9] / Fuerza de embutido / [10] Fuerza de sujeción / [11] Defectos del embutido Estos defectos se dan debido a que pueden existir fallas al momento de realizar el proceso ya que su desarrollo es más complejo que la operación de doblado o de un corte. (P.

Groover, 2007) / Figura 6: Defectos del embutido Fuente: Pdfcoffee Recuperado: 10/03/2022 / Figura 7: Defecto real de arrugamiento en una pieza embutida

Fuente: Ptolomeo UNAM Recuperado: 10/03/2022 Partes **de una matriz de embutido** Mango o vástago es el encargado de fijar la matriz a la prensa. (1) La placa de sujeción o prensa chapas es el soporte de todo el conjunto. (2) La placa porta punzones sujeta y guía el accionamiento del punzón.

(3) Punzón es aquel elemento encargado de realizar el proceso de embutido. (4) Los resortes elásticos son los accionamientos del pisador como del expulsor. (5,11) Pisador mantiene el material apretado en su lugar durante el embutido evitando deformaciones. (6) Los topes **mantienen el material en su** lugar durante todo el proceso. (7) La matriz tiene la forma completa de la pieza al finalizar el embutido.

(8) El expulsor despide la pieza finalizada. (9) La placa porta matriz es el soporte de la matriz el cual contribuye a la sujeción a la prensa. (10) (Ikastaroak, 2022) / Figura 8: Despiece **de una matriz de** embutido. Fuente: Ikastaroak Recuperado: 02/06/2022 Selección del material para la matriz Para la selección del material se toma en cuenta tres opciones de aceros que son aptos para la fabricación de una matriz ya que tienen buenas propiedades físicas, químicas y mecánicas, por lo que se realiza una matriz de decisión para poder elegir el más factible según la necesidad que se presenta.

/ Figura 9:Tabla de decisión para el acero de la matriz 1 Fuente: Propia: Elaborada: 23/03/2022 / Figura 10: Tabla de decisión para el acero de la matriz 2 Fuente: Propia: Elaborada: 23/03/2022 Acero K100 Este es un acero ledeburítico al cromo que es muy comúnmente aplicado en la industria ya que tiene una buena resistencia al desgaste, buena tenacidad y gran resistencia al óxido, por otro lado, en tratamientos térmicos es excelente para realizar un temple por lo que se utiliza más para matrices o herramientas en frío. (Euro Aceros S.A., 2022) Tabla 1: Composición Química del Acero K100 Composición Química _ _Carbono (C) _2.00 % _ _Silicio (Si) _0.25 % _ _Manganeso (Mn) _0.35 % _ _Cromo (Cr) _11.50 % _ _Fuente: BÖHLER Recuperado: 10/03/2022 Tabla 2: Propiedades físicas del acero K100 Propiedades físicas _ _Temperatura en frío [°C] _20 _ _Conductividad térmica [W/m. K] _20 _ _Módulo E [103 N/mm2] _210 _ _Temperatura [°C] _100-600 _ _Dilatación térmica [10-6 m/m. K] _10.5-12.0

_ _Fuente: BÖHLER Recuperado: 23/03/2022 Tabla 3: Propiedades mecánicas del acero K100 Propiedades Mecánicas _ _Recocido blando _248 HB _ _Recocido de eliminación de tensiones _650 °C _ _Temple _940-970 °C _ _Revenido _57-65 HRC _ _Fuente: BÖHLER Recuperado: 23/03/2022 Selección del material para el envase Se elaboró una matriz de decisión para elegir el material con el cual se va a fabricar los envases metálicos los cuales tienen como objetivo estar en contacto con

alimentos.

Debido a esto si no se trabaja con el material adecuado se puede afectar a la salud del consumidor. / Figura 11: Tabla 1 de selección para el material del envase Fuente: Propia Elaborada: 23/03/2022 / Figura 12: Tabla 2 de selección para el material del envase Fuente: Propia Elaborada: 23/03/2022 Acero AISI 316 "El acero inoxidable 316 es un acero austenítico de cromo-níquel que contiene entre 2% y 3% de molibdeno.

El contenido de molibdeno aumenta la resistencia a la corrosión, mejora la resistencia a las picaduras en soluciones de iones de cloruro y aumenta la resistencia a altas temperaturas." (Import Aceros, 2022) Tabla 4 Composición química del acero AISI 316 Composición química _Carbono (C) _= 0.08% _Silicio (Si) _= 1.00% _Manganeso (Mn) _= 2.00% _Cromo (Cr) _16%-18% _Níquel (Ni) _10%-14% _Molibdeno (Mo) _2%-2.5% _Fuente: Import Aceros Recuperado: 23/03/2022 Tabla 5: Propiedades físicas del acero AISI 316 Propiedades físicas _Módulo de elasticidad [N/mm²] _193.000 _Estructura _Austenítico _Calor específico [1/kg K] _500 _Coeficiente de dilatación[106C-1] _16.02-16.5

_Intervalo de fusión [C] _13711398 _Fuente: Import Aceros Recuperado: 23/03/2022 Tabla 6: Propiedades mecánicas del acero AISI 316 Propiedades mecánicas _Dureza Brinell [HB] _165 _Dureza Rockwell [HRB] _85 _Resistencia a la tracción[N/mm²] _540690 _Elasticidad [N/mm²] _205410 _Resiliencia[1/cm²] _160 / 180 _Fuente: Import Aceros Recuperado: 23/03/2022 Corrosión por picadura La corrosión por picadura es uno de los defectos que puede producirse por roturas en la superficie del acero en una solución acuosa corrosiva generando pérdidas de electrones por oxidación, por lo que es de suma importancia poder elegir el material adecuado para que este en contacto continuo con alimentos.

(Swagelok, 2022) / Figura 13: Corrosión por picaduras en acero inoxidable Fuente: Swagelok Recuperado: 10/03/2022 Norma NTE 1815:2013 La norma NTE 1815:2013 determina las medidas nominales de las secciones transversales de los envases metálicos de sellado hermético para alimentos y bebidas. (INEN, 2013) / Figura 14: Envase rectangular Fuente: INEN Recuperado: 10/03/2022 Programa CAD 3D Programa que nos permite realizar simulaciones gráficas tridimensionales de cualquier pieza que sea fabricada, modificada o analizada.

(SIEMENS, 2022) Mecanizado en Control Numérico Computarizado (CNC) Dentro del mecanizado, la aplicación de criterios de CNC permite el control de máquinas - herramientas automatizadas mediante el uso de un ordenador, además tiene la

finalidad de diseñar programas o un código G con determinadas operaciones que se aplica al momento de mecanizar.

(Boyfre, 2020) / Figura 15: Mecanizado en una maquina CNC Fuente: Tresde Recuperado: 27/04/2022 Elementos finitos El método de elementos finitos o MEF consiste en un análisis estructural de un modelo el cual determinará el número de elementos y nodos, que son las uniones de la pieza con sus adyacentes. (Frías Valero, 2022) / Figura 16: Método de elementos finitos Fuente: ESSS Recuperado: 10/03/2022 MÉTODOS Y MATERIALES Resultados de las formulas Mediante la aplicación de los resultados obtenidos de las fórmulas del diámetro equivalente y el desarrollo de una caja de base rectangular explicado en el libro "Estampado en frío de la chapa" de Mario Rossi, se desarrolló la forma y el tamaño óptimo que necesita la chapa metálica para que al momento de realizar el proceso de embutido no se presenten excesos de material, fallas, rasgaduras o defectos en distintas secciones de la lámina.

Tabla 7: Resultados de cálculos del embutido Descripción _Resultado _ Ecuación [1] $a_1 = 260 \text{ mm}$ $b_1 = 160 \text{ mm}$ _ Ecuación [2] $a_2 = 399 \text{ mm}$ $b_2 = 299 \text{ mm}$ _ Ecuación [3] $D = 62 \text{ mm}$ _ Ecuación [4] $R = 69.5 \text{ mm}$ _ Ecuación [5] $D_e = 371 \text{ mm}$ _ Ecuación [6] $d_e = 186 \text{ mm}$ _ Ecuación [7] $H_{perC} = 139 \text{ mm}$ _ Ecuación [8] $H_{perR} = 48 \text{ mm}$ _ Ecuación [9] $t = 4 \text{ mm}$ _ Ecuación [10] $F = 1755069 \text{ N}$ _ Ecuación [11] $F_h = 1372.5$

N _ Fuente: Propia Elaborado: 10/08/2022 Simulación general Mediante el uso de software de simulación CAM / CAD y un software de elementos finitos se obtuvo los siguientes resultados presentados a continuación. Simulación del mecanizado Mediante el uso de herramientas incorporadas dentro del software, se realizó los procesos de mecanizado paso a paso hasta obtener la pieza finalizada para su fabricación como se presenta en los siguientes esquemas o figuras.

/ Figura 17: Placa base antes del mecanizado Fuente: Propia Elaborado: 10/08/2022 / Figura 18: Contorneado de la placa Fuente: Propia Elaborado: 10/08/2022 / Figura 19: Vaciado para la **cavidad de la matriz** Fuente: Propia Elaborado: 10/08/2022 / Figura 20: Acabado de la **cavidad de la matriz** Fuente: Propia Elaborado: 10/08/2022 Simulación del embutido El software utilizado, permitió determinar cómo actúa el proceso de embutido en una placa de 4 mm de espesor, para esto se utilizó las siguientes especificaciones.

Tabla 8: Especificaciones de la malla Especificaciones generales _ Geometría _ Tamaño de malla (mm) _ Punzón _7 _ Pisador _30 _ Lamina _7 _ Matriz _7 _

_Fuente: Propia Elaborado: 10/08/2022 Con el valor de la malla establecida, se realizó la simulación del proceso de embutido. / Figura 21:Conjunto troquel de embutición Fuente: Propia Elaborado: 10/08/2022 / Figura 22: Lamina de Acero Inoxidable con mallado de 7 mm Fuente: Propia Elaborado: 10/08/2022 / Figura 23: Inicio de la simulación. Fuente: Propia Elaborado: 10/08/2022 / Figura 24: Deformación de la placa en la matriz.

Fuente: Propia Elaborado: 10/08/2022 / Figura 25: Simulación terminada del proceso de embutido. Fuente: Propia Elaborado: 10/08/2022 Planos Los planos que se diseñaron para la elaboración de la matriz como del envase se encuentran en el apartado de anexos. Código G Una vez finalizado la simulación del mecanizado se generó el respectivo código G para el funcionamiento en el centro de mecanizado VMC 740 el cual se entregará en un CD anexado. RESULTADOS Todos los resultados obtenidos durante la investigación serán presentados mediante encuestas, tablas, diagramas, etc.

Dando a conocer la efectividad de la planificación y control de la investigación. Encuestas A partir de una encuesta realizada a 100 estudiantes del Instituto Superior Universitario Central Técnico de la carrera de Mecánica Industrial sobre los temas de embutición rectangular, importancia del acero inoxidable AISI 316, Método de Elementos Finitos (MEF) y elaboración del código G, se pudo observar en los resultados obtenidos, que un porcentaje de estudiantes presenta un desconocimiento en relación a los temas abordados en la encuesta , generando en ellos un nivel de interés por aprender , lo cual demostró la viabilidad del desarrollo del proyecto sobre el diseño de una matriz para un envase rectangular.

Tabla 9: Resultados de las encuestas Pregunta _Si_%_No_%_ _1_45_45_55_55_ _2_65_65_35_35_ _3_37_37.8_61_62.2_ _4_31_31_69_69_ _5_48_48.5_51_51.5_ _6_32_32_68_68_ _7_40_40_60_60_ _8_47_47_53_53_ _Fuente: Propia Elaborado: 22/008/2022 Nota: La encuesta completa se encontrará en el apartado de anexos Análisis de la simulación del embutido Se presenta a continuación los resultados obtenidos de la simulación del proceso de embutido las cuales indican como se comportó la lámina de acero inoxidable en conjunto con la matriz, dando a conocer sus deformaciones, esfuerzo, tiempos, desplazamientos, etc.

Desplazamiento Para desarrollar la simulación del embutido, el software necesita que se le asigne un desplazamiento específico al punzón, permitiendo observar la deformación y los esfuerzos producidos sobre la lámina dentro de un tiempo de análisis de 1 segundo previamente establecido, obteniendo así el siguiente

diagrama de desplazamiento. / Figura 26: Desplazamiento del punzón en un tiempo de análisis de un segundo.

Fuente: Propia Elaborado: 22/008/2022 Deformaciones Al momento de culminar la simulación también se generó los siguientes diagramas de deformación. / Figura 27: Deformación de la lámina por el punzón en un tiempo de análisis de 1 s.

Fuente: Propia Elaborado: 22/008/2022 / Figura 28: Deformación de la lámina sobre la matriz Fuente: Propia Elaborado: 22/08/2022 / Figura 29: Esfuerzo equivalente de Von-Mises Fuente: Propia Elaborado: 22/08/2022 Una vez obtenidos los diagramas, se pudo constatar tres colores distintos de líneas, las cuales representan: • La aplicación de un esfuerzo normal en las secciones donde el material sufrió una deformación aceptable, se presenta con un color de línea verde.

- La aplicación de un esfuerzo mínimo en las secciones donde el material no sufrió o desarrollo una deformación ligera, se presenta con un color de línea azul.
- La aplicación de un esfuerzo máximo en las secciones donde el material sufrió una deformación al límite, se presenta con un color de línea roja.

Resultado A continuación, se visualiza la culminación de la simulación, tomando en cuenta todos los parámetros anteriormente mencionados, el cual permitió el correcto embutido del envase metálico, además presenta la distribución de los colores verde, azul y rojo anteriormente explicados en el diagrama de deformación./

Figura 30: Simulación de lámina Embutida Fuente: Propia Elaborado: 22/08/2022

DISCUSIÓN En la encuesta realizada a los estudiantes se demostró que el 56.71 % desconoce acerca del proceso de embutido, método de Elementos Finitos y Código G que implican en el diseño de una matriz para envases rectangulares. En las figuras 14 hasta la 17 se evidencia como se realizó el proceso de mecanizado en un software de simulación 3D que nos permite tener una idea clara de cómo se desarrollara este proceso, utilizando como parámetros una velocidad de mecanizado aproximada de 5000 [rpm], con el uso de 3 tipos de herramientas para planeado de la cara superior, caras laterales, vaciado y acabado, dando como resultado la finalización de la pieza y la obtención del código en un tiempo de mecanizado de 4 h 11 min.

Una vez determinado el tamaño y forma correcta del blanco de embutido mediante los resultados obtenidos de la tabla 7 y aplicando las especificaciones de malla de la tabla 8 se observó que: El tamaño de la malla influye directamente en el tiempo y los resultados de la simulación, por ejemplo, en la investigación se realizó un mallado de 7 [mm] para la lámina, la matriz y el punzón, mediante la aplicación de un desplazamiento determinado del punzón, se alcanzó una profundidad de 56

[mm], con una fuerza de embutido de 1755069 [N] y en esfuerzo equivalente de 2204,5 [MPa], en un tiempo de simulación aproximada de 11 h 15 min.

Si el espesor del material no se considera, se puede presentar defectos o fallas en la lámina al momento de embutir por este motivo mediante calculas se definió que el espesor óptimo para la lámina es de 4 [mm] para evitar el arrugamiento.

CONCLUSIONES • En la carrera de Mecánica Industrial el 56,71 % de estudiantes encuestados, no tienen una idea clara acerca del diseño de una matriz para envases rectangulares en acero inoxidable AISI 316, que se basa mediante el proceso de embutido.

- Las medidas nominales internas que debe tener el envase rectangular para que sea viable su diseño son establecidas por la Norma NTE INEN 1815:2013. • El resultado de embutición, en la simulación, depende de la forma, diseño y el espesor correcto de la lámina que mediante cálculos se determinó que es de 4 [mm], necesarios para que el material no presente defectos al momento de realizar el procesó de embutido • Los cálculos reflejaron que el juego entre la matriz y el punzón debe ser de 4.4 [mm] por lado para que no existan fallos en los radios de curvatura dentro del envase.

- Se realizaron 2 simulaciones previas las cuales permitieron observar que al trabajar con un mallado grande de 28 [mm] el tiempo de simulación fue de 4 h mostrando en el modelo errores dentro del análisis y con un mallado fino de 7 [mm], fue de 11 h 15 min debido a que no presento variaciones significativas siendo el ideal para el diseño de la matriz. • Según las medidas establecidas de 30 x 20 x 5.5

[mm] el software 3D nos presentó un tiempo final de mecanizado de 4 h 11 min, el cual puede ir variando según el tamaño de la pieza. RECOMENDACIONES • Se debe considerar al momento de mecanizar, que tipo de herramientas de corte y de refrigerante se va a utilizar, debido a que si no se utiliza algún liquido de refrigeración las piezas mecanizadas pueden presentar dilataciones mínimas que afecten el trabajo de la matriz al momento de realizar el proceso de embutido dando como resultado fallas en la pieza final.

- Antes de utilizar el código G, se sugiere realizar una comprobación en un simulador de mecanizado para que no exista fallo alguno al momento de su ejecución en el centro de mecanizado VMC 740. REFERENCIAS Arregui, F. (05 de Mayo de 2021). Características del acero inoxidable grado alimenticio. Obtenido de <https://www.ulbrinox.com.mx/blog/caracteristicas-del-acero-inoxidable-grado-alim>

enticio BOHLER. (28 de Marzo de 2021). BOHLER. Obtenido de <https://www.bohlerperu.com/app/uploads/sites/92/2019/02/K100FSp.pdf> Boyfre. (30 de Diciembre de 2020).

Que es el CNC y como funciona. Obtenido de <https://www.boyfre.com/que-es-el-cnc-y-como-funciona/> Euro Aceros S.A. (2022). Acero K100 AISI d3. Recuperado el 10 de Marzo de 2022, de <https://euroacerossa.com/acero-k100-aisi-d3/> Frías Valero, E. (03 de Marzo de 2022). El Metodo de los Elementos Finitos. Obtenido de MEF: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6294/06Efv06de23.pdf> Garcia Zugasti, P., Piela, P., Aguilera Gómez, E., & Mendoza Razo, A.

(25 de Octubre de 2007). Embutido de productos rectangulares empleando el concepto de diametro equivalente. San Luis de Potosi. Ikastaroak. (02 de 06 de 2022). Procesos de fabricación por corte y conformado. Obtenido de https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/DFM/TFM/TFM08/es_DFM_TFM08_Contenidos/wbsite_223_maquinaria_y_utillajes_de_embuticin.html# Import Aceros. (23 de Marzo de 2022). Ficha tecnica del acero inoxidable AISI 316. Quito, Pichincha, Ecuador. INEN. (24 de Enero de 2013).

Intituto Ecuatoriano de Normalización . Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1815-2.pdf> P. Groover, M. (2007). Fundamentos de Manufactura Moderna (Tercera ed.). D.f., Mexico: Mc Graw Hill. Recuperado el 10 de Marzo de 2022 Rivas Menchi, A., Medellin Castillo, H., de Lange, D., Garcia Zugasti, P., & Mejía Rodríguez, G. (26 de Septiembre de 2014).

Analisis del efecto de diversos parametros geometricos en la altura permisible de embutido de formas rectangulaes. Queretaro, Mexico. Rossi, M. (1979). Estandpado en frio de la Chapa. Madrid: DOSSAT S.A. SIEMENS. (03 de 02 de 2022). Diseño Asistico por Ordenador. Obtenido de CAD: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/our-story/glossary/computer-aided-design-cad/12507> Swagelok. (24 de Febrero de 2022). Corrosión por picaduras y Corrosión intersticial. Obtenido de <https://www.swagelok.com/es/blog/pitting-corrosion-crevice-corrosion-identifying-the-differences#> Zamora Hondares, E. (2014). Simulación numerica de los procesos de embuticion con pestañas. Santa Clara, Cuba.

ANEXOS Tabla 10: Nomenclatura utilizadas Símbolo _Unidades _Denominación _a _mm _Largo del rectángulo _b _mm _Ancho del rectángulo _a1 _mm _Largo base del rectángulo (sin contar los radios de esquina) _b1 _mm _Ancho base del

rectángulo (sin contar los radios de esquina) a_2 mm Largo máximo del
 rectángulo b_2 mm Ancho máximo del rectángulo D mm Disco
 desarrollado A_s mm² Área total de la caja A_r mm² Área del rectángulo
 A mm² Diferencia entre las dos áreas UV mm Longitud de la hipotenusa
 R mm Curvas de radio A_c mm² Área del blanco circular A_r mm² Área
 del blanco rectangular De mm Diámetro equivalente de mm Diámetro
 medio equivalente h mm Altura $(h_{per})C$ mm Altura permisible del
 recipiente rectangular $(h_{per})R$ mm Altura permisible del recipiente rectangular
 t mm Espesor F_N Fuerza de embutido F_h N Fuerza de sujeción
 Fuente: Propia Elaborado: 23/08/2022 Resultado de la encuesta / Figura 31:
 Pregunta 1 Fuente: Propia Elaborado: 23/08/2022 / Figura 32: Pregunta 2 Fuente:
 Propia Elaborado: 23/08/2022 / Figura 33: Pregunta 3 Fuente: Propia Elaborado:
 23/08/2022 / Figura 34: Pregunta 4 Fuente: Propia Elaborado: 23/08/2022 / Figura
 35: Pregunta 5 Fuente: Propia Elaborado: 23/08/2022 / Figura 36: Pregunta 6
 Fuente: Propia Elaborado: 23/08/2022 / Figura 37: Pregunta 7 Fuente: Propia
 Elaborado: 23/08/2022 / Figura 38: Pregunta 8 Fuente: Propia Elaborado:
 23/08/2022

INTERNET SOURCES:

 <1% - <https://covipcr.com/escuela-virtual/reglamento-institucional/>
 <1% -
<https://randomeo.com/agradecimientos/agradecimientos-dedicatorias-tesis-como-escribirlas/>
 <1% - <https://tumanga.top/bl/el-amaba-a-mi-hermana/>
 <1% -
<https://www.theworldmaterial.com/aisi-316-ss316-stainless-steel-properties-composition/>
 <1% -
https://www.researchgate.net/figure/New-cement-physical-mechanical-and-chemical-properties_tbl1_344301822
 <1% - <https://www.embibe.com/exams/where-are-matrices-used-in-daily-life/>
 <1% -
https://www.researchgate.net/figure/Atomic-structural-information-obtained-from-the-RMC-simulation-including-coordination_tbl1_283805914
 <1% - <https://venmir.com/acero-inoxidable-en-la-industria-alimenticia/>
 <1% -
<https://www.gestiondecompras.com/wp-content/uploads/2021/11/moldeo-por-gravedad-es.pdf>
 <1% -

<https://www.linguee.es/espanol-ingles/traduccion/mantienen+el+material+en+sus+pen%C3%B3n.html>

<1% - <https://www.youtube.com/watch?v=I9B35iWQAxU>

<1% - https://www.etsy.com/mx/market/cavidad_de_la_matriz

<1% -

<https://www.turemar.es/es/bases-y-accesorios-de-acero-inoxidable/450-base-rectangular-en-acero-inoxidable-aisi-316.html>

<1% -

<https://www.maquinariainternacional.com/herramientas-de-corte-para-plasticos-y-polimeros/>

<1% -

<https://es.scribd.com/doc/132892660/Embutido-de-Productos-Rectangulares>

<1% - <https://grupokefren.com/materiales/metales/acero-inoxidable-aisi-316/>

<1% -

<https://www.galleton.net/index.php/es/libros-pdf/libros-de-ingenieria/item/19293-fundamentos-de-la-manufactura-moderna-tercera-edicion-pdf-mikell-p-groover>

<1% -

https://researchgate.net/figure/Figura-8-Efecto-del-espesor-de-lamina-sobre-la-DH-permisible-de-piezas-rectangulares_fig2_267569019