

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Título de Trabajo

TESLA model Y 463 464 nicho doble

Opción de titulación
Proyecto de investigación

Que para obtener el título de
Ingeniero en Mecatrónica

Con la especialidad de
Automatización de Procesos

Presenta
González Perez Ana Paola
Trejo Ramírez Jareth Arturo

Coacalco de Berriozábal, Septiembre 2024

RESUMEN

El proyecto *TESLA model Y 463 464 nicho doble* esta desarrollado para agilizar y perfeccionar el proceso de soldadura de 2 partes simétricas pertenecientes a un coche de la marca TESLA del modelo Model Y de la parte de las luces laterales, esto se debe principalmente al requerimiento del cliente de automatizar una etapa de la producción utilizando la soldadura a presión, también conocida como soldadura por resistencia o soldadura de puntos, es una técnica que puede mejorar la eficiencia y la precisión en el proceso de fabricación en la cual se debe de tener el mejor control de calidad.

Para este proyecto se diseñará, fabricara y armara un tooling que posicionara las piezas simétricas junto con las tuercas a soldar, acompañado de elementos como sensores inductivos y pistones neumáticos que aportaran mejoras en su funcionalidad, este componente va colocado sobre una estación previamente instalada en planta.

La planta consta con un espacio para recostar el tooling, transformadores y electrodos, los cuales tienen que aguantar cargas desde 450 Mpa estas cargas son enviadas desde el transformador, los sensores comprueban si la tuerca esta correctamente alineada para así permitir que el transformador mande la carga a los electrodos que son encargados de ejercer la fusión debido a la presión que ejercen los pistones y al calentamiento que sufre el material debido a la corriente eléctrica de elevada intensidad. El calor se genera por la resistencia que ofrecen los materiales el punto de soldadura se forma cuando los materiales se funden y llegan a su estado de pastoso. El calor generado durante el proceso viene dado por la formula:

$$\text{calor} = (\text{intensidad de corriente})(\text{resistencia electrica})(\text{tiempo de paso})$$

Cuando los electrodos hayan terminado de soldar la pieza se envía aire a los pistones que fueron agregados al tooling para así ellos mismos desprender la pieza ya terminada.

Esta idea se desarrolló en base a la creciente necesidad dentro de la industria automotriz por optimizar procesos y reducir la merma dentro del maquinado de ciertas partes de un coche, esto no solo asegura que la actividad será llevada a cabo de manera correcta por medio de un sistema automático, sino que también permitir reducir tiempos de producción sumamente valiosos al momento de llevar a cabo otras etapas del proceso.

ÍNDICE

Contenido

RESUMEN.....	2
CAPÍTULO I.....	5
INTRODUCCIÓN	6
PROBLEMA A RESOLVER.....	7
OBJETIVOS	8
JUSTIFICACIÓN	9
ALCANCE Y LIMITACIONES.....	10
CAPÍTULO II	11
La Ingeniería mecatrónica y el proceso de automatización	12
La Industria automotriz	13
Diseño	14
Norma NAAMS	14
NAAMS Shims.....	15
NAAMS L-block.....	17
NAAMS Pins.....	19
NAAMS Clamp Arms.....	21
Normativa ISO para tolerancias geométricas: ISO 286	23
RPS y puntos de medición (GD&T).....	24
Propiedades del aluminio.....	24
Propiedades del acero 1018	24
Sistema de control	26
Neumática y control	26
Cilindros neumáticos.....	26
Motores.....	27
Válvulas de control direccional	27
Instrumentación (sensores)	28
Fundamentos de la soldadura por puntos.....	30
CAPÍTULO III.....	38
Diseño realizado en AutoCAD	39
Planos de piezas diseñados en AutoCAD	40

Lista de partes e identificación de componentes	49
Estación de Soldadura TESLA	53
CAPÍTULO IV	61
CONCLUSIONES	65
OBJETIVOS EDUCACIONALES	66
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	68

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Norma NNAMS SHIMS.....	16
Ilustración 2. Norma NAAMS L Block	18
Ilustración 3. Norma NAAM Pin	20
Ilustración 4. Norma NAAMS Clamp Arms	22
Ilustración 5. Tolerancias, limites y ajustes de la Norma ISO286.....	23
Ilustración 6. Representacion de Piston neumatico	27
Ilustración 7. Sensor Inductivo.....	28
Ilustración 8. Representacion del funcionamiento del sensor fotoelectronico	29
Ilustración 9. Representación sensor capacitivo.....	29
Ilustración 10. Sensor ultrasónico	30
Ilustración 11. Representación de tooling terminado	39

Índice de tablas

Tabla 1. Simbologia ASME.....	25
Tabla 2. Lista de Partes del Tooling.....	50
Tabla 3. Elementos visibles de un HMI	57

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de procesos donde haya mayor intervención de maquinaria, limitando la intervención humana puede ser una buena solución. En el entorno competitivo actual, la automatización se ha convertido en una necesidad clave para mejorar la eficiencia, calidad y rentabilidad en los procesos industriales. La creciente demanda de productos de alta calidad, la presión para reducir costos y el deseo de minimizar errores humanos impulsan la necesidad de implementar soluciones automatizadas. Este proyecto de automatización se ha desarrollado para abordar estos desafíos y transformar el proceso de producción mediante la incorporación de la automatización.

La industria automotriz es uno de los sectores que requiere un mayor nivel de inversión que le permita mantener esa competencia en el mercado generando de esta manera mayores beneficios a la empresa y así suplir las necesidades de la marca.

La automatización ofrece una amplia gama de beneficios que van desde la mejora de la calidad y la productividad hasta la reducción de costos y riesgos. La correcta implementación y gestión de sistemas automatizados puede transformar significativamente los procesos de una empresa, posicionándola para enfrentar desafíos futuros y aprovechar oportunidades en un entorno competitivo. Esto no quiere decir que los seres humanos seamos ineficientes al contrario para eso es la automatización para facilitar la producción y tener un mejor confort en el trabajo.

Para ello la implementación del tooling, un mecanismo eficaz que tiene un gran propósito de crear un proceso y en este prevenir los errores antes de que sucedan o los hace muy obvio para que el trabajador se dé cuenta y los corrija a tiempo. Esto permite que haya una mayor línea de producción teniendo costos menores teniendo una calidad más alta minimizando el trabajo y hacerlo seguro para el trabajador.

Este trabajo contiene varias ramas importantes que vimos durante la carrera. Las habilidades profesionales y avanzadas con las que cuenta un ingeniero en Mecatrónica están orientadas al desarrollo tecnológico, desde el diseño, control, optimización y mantenimiento de sistemas y aparatos que facilitan las tareas humanas dentro de la industria y en la vida diaria.

La ingeniería mecatrónica impulsa la automatización al ofrecer soluciones innovadoras, eficientes y sostenibles que mejoran la productividad, la calidad y la seguridad de los procesos y productos. Estos sistemas pueden aplicarse en diversos campos no solo en los sistemas automotrices algunos ejemplos serian en la industria, la medicina, la robótica, la energía o el transporte.

PROBLEMA A RESOLVER

El tooling se implementará en una línea de producción donde tendrá la función de sujetar una parte de un coche tesla para que se pueda realizar el proceso de soldadura por puntos por resistencia una vez terminado se verifica con sensores la correcta colocación de los elementos soldados, esto con el fin de optimizar tiempos y recursos ya que en algunas ocasiones se podrían tener pérdidas de material y entorpecer algunas etapas si se hace por métodos convencionales, además que con dicho herramental se asegura una buena calidad y precisión en el acabo del producto reduciendo la probabilidad de errores.

OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar y diseñar un sistema que integre neumática y automatización para el proceso de soldadura de piezas metálicas automotrices de TESLA, esto con el fin de aumentar la eficiencia de la producción en esta área automotriz.

Objetivos específicos

- Diseñar el mecanismo y sus elementos por medio del software AutoCAD.
- Realizar las conexiones neumáticas del sistema autómata.
- Elaboración de planos de las piezas diseñadas para su maquinación.
- Realizar ensambles de elementos mecánicos maquinados y la conexión de sensores que verifiquen la correcta posición de la pieza a soldar.

JUSTIFICACIÓN

La implementación de este Tooling en la industria automotriz tiene como meta principal de prevenir y reducir errores en los procesos de producción para así tener una máxima producción en la industria, donde la precisión y la calidad son fundamentales, los errores pueden tener consecuencias graves, como defectos en los vehículos, reclamos de garantía y pérdida de confianza de los clientes. La ejecución de este Tooling es para prevenir errores antes de que se conviertan en problemas mayores, mejora la eficiencia de los errores que tienden a ralentizar los procesos de producción y aumentar los tiempos de ciclo. Al evitar la ocurrencia de errores mediante la implementación de Tooling, se mejora la eficiencia de la línea de producción y se reduce el desperdicio de tiempo y recursos esto con el fin del ahorro de los costos que principalmente provienen de los errores en la industria automotriz pueden ser costosos de corregir. Por ejemplo, si un componente defectuoso se instala en un vehículo, puede requerir tiempo y dinero adicional para repararlo o reemplazarlo. Además, los errores pueden generar gastos por garantías y reclamaciones. La aplicación de este dispositivo es para ayudar a evitar estos costos innecesarios al prevenir la ocurrencia de errores desde el inicio.

Todo esto bajo el cumplimiento de normativas y estándares de calidad evitando incumplimientos y sanciones legales. Este Tooling que realizamos está bajo la norma NAAMS

ALCANCE Y LIMITACIONES

Alcance.

Con este trabajo se espera comprender el proceso para la realización de un tooling, desde la selección de materiales, analizando sus propiedades, la realización de planos de fabricación para sus piezas hasta los elementos electrónicos y actuadores que serán empleados.

Limitaciones.

En el presente proyecto no se considera el análisis de costos del material y de los componentes eléctricos utilizados al igual que el proceso de maquinado de las piezas de manera física.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

La Ingeniería mecatrónica y el proceso de automatización

La automatización se puede considerar como la aplicación de sistemas computarizados y electromecánicos que tienen como finalidad el control de máquinas y sistemas que realizan una función o tarea en serie y repetitiva. Esto permite a la industria desarrollar una producción en serie eficiente, mejorando a su vez las condiciones laborales de los empleados.

El desarrollo de estos sistemas debe ser realizado por expertos en la materia como lo es un ingeniero en mecatrónica, que logra crear aparatos que sean capaces de realizar tareas de forma satisfactoria, por medio de la aplicación de sus conocimientos en mecánica, electrónica e informática.

Gracias a los expertos en ingeniería Mecatrónica, los avances tecnológicos en automatización han dado pasos muy grandes, que permiten realizar trabajos en mejor tiempo, con mayor calidad y reduciendo el riesgo al que se puede exponer un ser humano dentro algunos procesos industriales. (Romero, 2023)

En esta ingeniería se aplican habilidades de distintas áreas como lo son:

- Mecánica: Se analiza, diseña, construye y mantiene sistemas mecánicos y maquinas.
- Electrónica: Se conduce energía para el funcionamiento de sistemas y elementos mecánicos, incluyendo aquellos que transmiten y almacenan información.
- Informática: Se basa en el desarrollo de software para la automatización de procesos.

Algunos de sus beneficios son:

- Mayor productividad: con la automatización de las tareas repetitivas y tediosas, pueden realizarse más de ellas con mayor rapidez y menos supervisión, lo cual permite que incremente el tiempo que el personal de TI dedica a los proyectos más importantes.
- Mayor confiabilidad: cuando se disminuye el nivel de intervención humana, también se reduce el riesgo de que ocurran errores y se aumenta la uniformidad. La automatización garantiza que se sigan los pasos de la misma manera cada vez, de modo que los equipos sepan exactamente el momento en que tendrán lugar los procesos, las pruebas, las actualizaciones o los flujos de trabajo, además de su duración y si se completan con éxito.
- Control más sencillo: cuando se depende de equipos de muchas personas para realizar procesos complejos, es muy posible que haya problemas de comunicación y brechas de conocimiento dentro de los grupos de una empresa o entre ellos. La codificación del conocimiento en los procesos de automatización puede garantizar que exista mayor control y uniformidad entre los equipos y las tareas.
- Operaciones ininterrumpidas: debido a que la automatización permite que se ejecuten tareas de madrugada sin intervención humana, las empresas pueden automatizar la corrección de errores de manera que se realice en cualquier momento, lo cual reduce el tiempo medio de resolución (MTTR) y el tiempo de inactividad.

- Seguridad mejorada: la automatización puede utilizarse para identificar posibles amenazas a la seguridad en todos los entornos de TI, evitarlas y responder a ellas con mayor rapidez y de manera estandarizada.

La Industria automotriz

La industria automotriz es la encargada de producir, distribuir y comercializar todos los productos del transporte terrestre motorizado, siendo de las industrias más importantes en el mundo, ya que de ella dependen miles de empleos a varios niveles que brinda a la población. En la década de 1970 la industria automotriz tuvo una gran evolución debido al proceso de globalización. La globalización de las actividades productivas ha permitido que las empresas armadoras dirijan sus estrategias a obtener menores costos de producción. En general, las multinacionales han diseñado nuevos modelos de articulación logística, los cuales han permitido controlar el grado de integración entre las plantas que participan en el proceso de producción global.

La industria automotriz se encarga de mejorar los modelos de transporte mecánicos para hacer más eficiente el gasto de energía, en contraste con el movimiento mecánico que se produce durante el consumo de combustible; esto abarca el diseño externo e interno de los medios motorizados y sus especificaciones, lo que genera innovación en este y otros ramos parecidos.

La primera cuestión por considerar en el proceso de producción en la industria automotriz es que la mayoría de las piezas individuales que lo compondrán son manufacturadas en diferentes plantas o fábricas especializadas en cada uno de estos componentes.

Por lo tanto, será labor de los departamentos de compras y, posteriormente, de logística y almacén, el realizar las operaciones pertinentes, a fin de tener un inventario suficiente y constante de todas las piezas, para posteriormente clasificarlas y distribuirlas en las diferentes estaciones de trabajo.

Con respecto a la industria dedicada a la maquila de autopartes de acuerdo con información de la INA(Industria Nacional de Autopartes), en México se encuentran instaladas 600 fabricantes de componentes automotrices, de las cuales 230 empresas son grandes, 162 medianas y 208 son pequeñas y/o micro. En su conjunto generan el 89% del empleo directo de la industria automotriz y el 41% del total del empleo generado por la cadena automotriz que alcanza la cifra de 1'062,542 plazas; en tanto que cubren casi el 9% de las exportaciones del sector manufacturero; en 2005, esta industria reportó ventas por 23.5 billones de dólares. (Miranda, A. V., 2007)

En esta área se emplean una serie de sistemas, máquinas y estaciones de soldadura que tienen el fin de agilizar los procesos y asegurar la buena calidad en las piezas. La estructura de dicha maquinaria se puede dividir en 2 puntos:

- Diseño
- Sistema de control

Diseño

Se puede definir como diseño al proceso de planificación creativa por el cual se da solución a algún problema concreto, principalmente en el área de ingeniería, en la industria, arquitectura, entre otros. (Raffino, M. E., 2020)

El diseñador debe de partir del análisis de una serie de factores:

- Requerimientos
- Función
- Material
- Técnicas constructivas

El termino Diseño hace referencia a la preconcepción sistematizada de la forma y otras características de un producto, teniendo en cuenta diversos aspectos (sociales, tecnológicos, estéticos, psicológicos, anatómicos, fisiológicos, etc.) El proceso de preconcepción es clave en la producción industrial pues es imposible fabricar industrialmente un objeto sin antes haber definido con precisión sus características físicas y de producción.

Teniendo en cuenta esto en el diseño se debe de estandarizar en la medida de lo posible los componentes a utilizar, pues esto permite optimizar costos y tiempos en la fabricación.

Norma NAAMS

Cuando hablamos de NAAMS nos referimos a un estándar americano de distintos elementos, ya sean maquinados, componentes neumáticos, de ajuste en ejes de acción, etc. Los cuales son los elementos que conforman a los grupos de ensamble para un sistema más grande, sea un herramental, fixture o poka yoke de naturaleza automotriz.

NAAMS Global Standard Components for Assembly and Stamping es un estándar que fue ideado por varias empresas de naturaleza automotriz (Chrysler, Ford y General Motors) así como sus respectivos proveedores. En esta define los componentes que ellos aprueban para el diseño y manufactura de los distintos herramentales o fixtures para la elaboración, fabricación y ensamble de las piezas de sus automóviles de naturaleza metálica.

Esta iniciativa tuvo lugar en el año de 1992 pero no fue hasta los años de 1995 y 1996 que la información fue revelada al público y con el objetivo de que esta información llegase a todo el que la necesitase fue compartida mediante su página web creada en el año 1997.

La principal funcionalidad de este estándar era, en un principio, la de reducir costos ya que existían cambios en la ingeniería de las autopartes y para estos cambios se requería invertir grandes cantidades de dinero. Gracias a este estándar se lograron optimizar los métodos de ajuste y reducir los costos al ajustar los herramentales a la nueva ingeniería proporcionada por el cliente final.

NAAMS Shims

Algo a considerar es que todo modelo CAD cuenta con una alineación, este concepto se denomina coordenadas auto.

Las coordenadas auto, como su nombre lo dice, son las coordenadas que tiene la pieza o producto a trabajar en nuestro herramental y éstas están determinadas por los ejes de acción que todos conocemos X, Y y Z.

Pues bien, aclarando este punto se puede decir que: Las Shims permiten realizar ajustes de manera rápida y precisa en determinados puntos denominados RPS's o bien Datums, según sea el caso del herramental.

Estos puntos son controlados, por lo cual el ajuste en ellos debe ser de precisión. Para lograrlo, no basta con la realización de los maquinados de manera exacta y precisa, debido a que así como puede haber variación en estos elementos, también el cliente final, en este caso las empresas automotrices, llegan a hacer cambios en la ingeniería de sus piezas y es necesario ajustar los fixtures a los nuevos datos.

Dicho esto, es necesario agilizar este proceso y es ahí donde entra la funcionalidad de las Shims, ya que estas son espacios de ajuste entre los maquinados, los cuales respetan los ejes de acción con respecto a las coordenadas auto. Al ser maquinados para un ajuste de precisión, la medida nominal de estos elementos es de 5 mm en conjunto y puede variar la configuración de este según la función o el cliente mismo.

Existen Shims de diferentes medidas que van desde los 2 mm hasta 0.1 mm, como se puede observar en la ilustración 1, pero regularmente se encuentran arreglos sin la unidad más pequeña, ya que las tolerancias automotrices permiten realizar ajustes con Shims de hasta .25 mm.

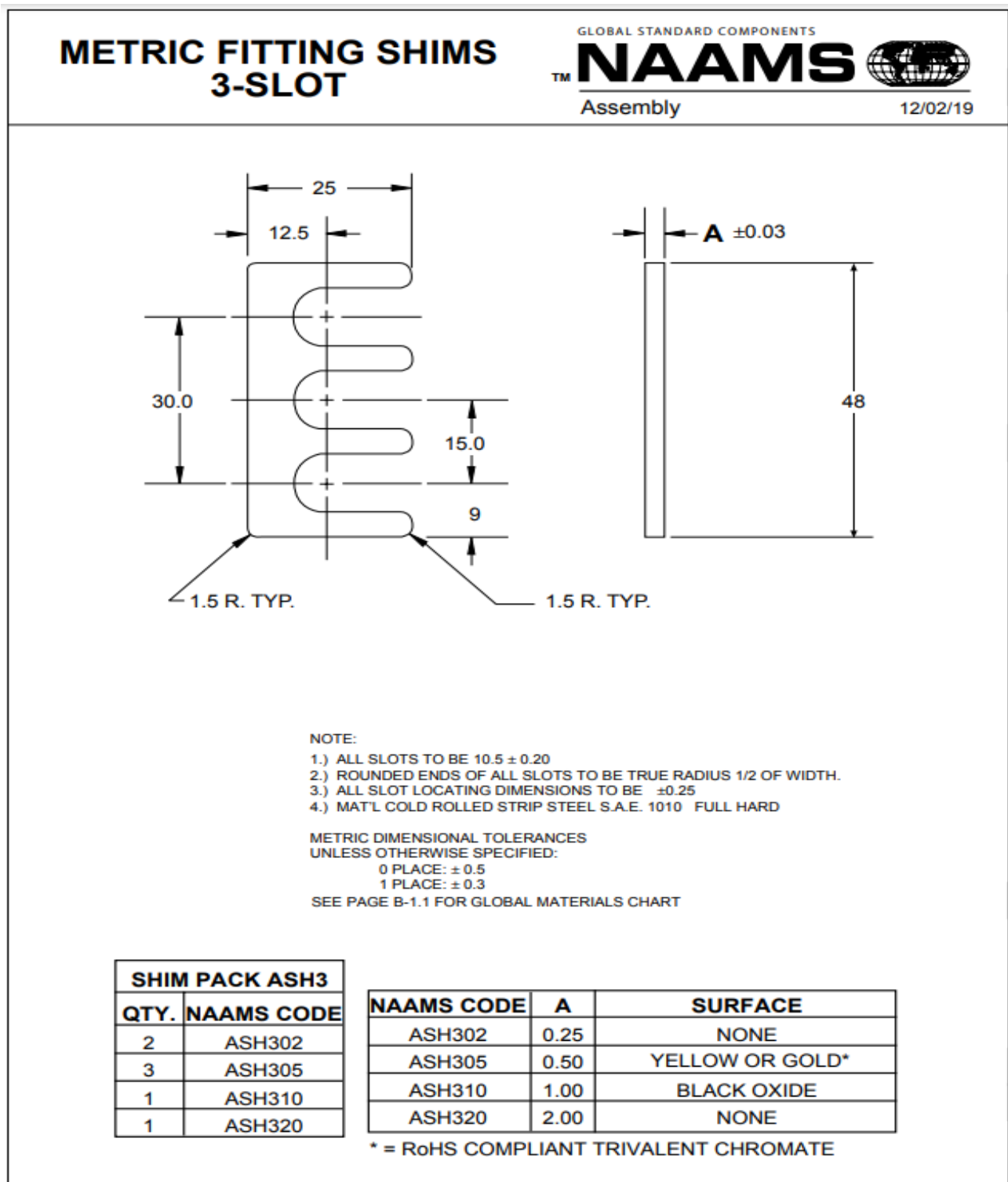


Ilustración 1. Norma NNAMS SHIMS

NAAMS L-block

Los L-block son maquinados que, cómo lo dice su nombre, tienen forma de L y existen diferentes configuraciones para cubrir las necesidades en cuanto a espacios y resistencia. Según la norma estos elementos pueden ser fabricados en Fierro comercial (ASTM A-32) o bien en acero inoxidable (303 ó 304), considerando obviamente la función y condiciones a las que se verán expuestos estos.

Como norma general estos elementos cuentan con 2 orificios para pernos (como anti giro) y uno para tornillo ya sea roscado o pasado (según la configuración) por cara que controla un eje de acción, que por cada bloque son dos. Dicho esto, se puede concluir que para que nuestro maquinado RPS o Datum tenga ajuste en los tres ejes de acción, es necesario contar con un arreglo de dos L-block junto a este maquinado.

Las Shims cuentan con medidas estándar las cuales son iguales a las de los L-block, claro si se elige la configuración que debería de ser. Esto se menciona con el objetivo de aclarar que los Shims son elementos que van entre los mismos L-block para poder realizar este ajuste, así como en el resto de los elementos que se ensamblan con estos.

L BLOCK (FULL METRIC) ALB070M, 071M, 080M AND 081M

GLOBAL STANDARD COMPONENTS

TM **NAAMS**



Assembly

02/12/14

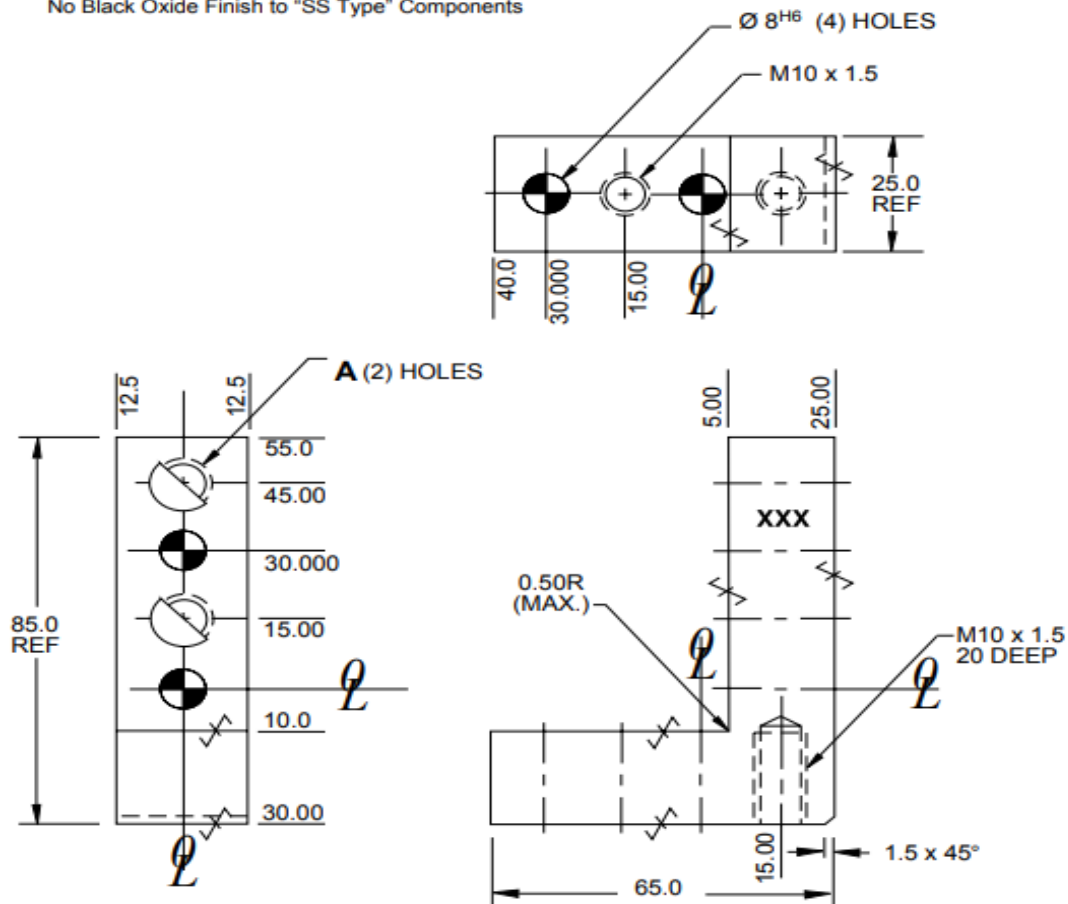
Tolerances: 1 PLACE ± 0.3
2 PLACE ± 0.03
3 PLACE ± 0.020

✓ SURFACES TO BE FLAT, PARALLEL & PERPENDICULAR TO WITHIN 0.015 T.I.R.

NOTE: Identify with NAAMS CODE number as shown **XXX**.

Black Oxide Finish

No Black Oxide Finish to "SS Type" Components



SEE PAGE B-1.1 FOR GLOBAL MATERIALS CHART

NAAMS CODE	A	MATERIAL	WT. kg
ALB070M	11.0	STEEL ASTM A-36	0.45
ALB071M	11.0	SS type 303 or 304	0.45
ALB080M	M10 X 1.5	STEEL ASTM A-36	0.45
ALB081M	M10 X 1.5	SS type 303 or 304	0.45

Ilustración 2. Norma NAAMS L Block

NAAMS Pins

Los pins o pernos localizadores tienen la función de, como lo menciona su nombre, ayudar la pieza a localizarse de manera más rápida para realizar el proceso de este herramental o bien como función de poka yoke para que esta pieza sea colocada siempre en una posición correcta. Estos pernos son montados en posiciones que la pieza tenga un barreno de referencia y de ser el caso también pueden ser retráctiles o no según sea su función en el ensamble.

Estos pernos se encuentran normalizados bajo este estándar y al ser piezas de contacto constante y brusco con la pieza a trabajar son realizados en un acero de cementación (S.A.E. 8620) y posteriormente tratados por este mismo proceso de cementación con una dureza de 58 – 62 HRC a una profundidad de 0.5 a 0.7 mm, esto con el objetivo de que el núcleo no sea tan frágil y se aumente la durabilidad exterior.

Cómo característica principal de estos elementos cuenta con una cara plana maquinada a 10 mm del centro del mismo, esto con el objetivo de que pueda montarse en las mismas bases porta pin que se encuentran en el mismo estándar y a su vez son compatibles con el montaje de los L-block mencionados en el apartado anterior.

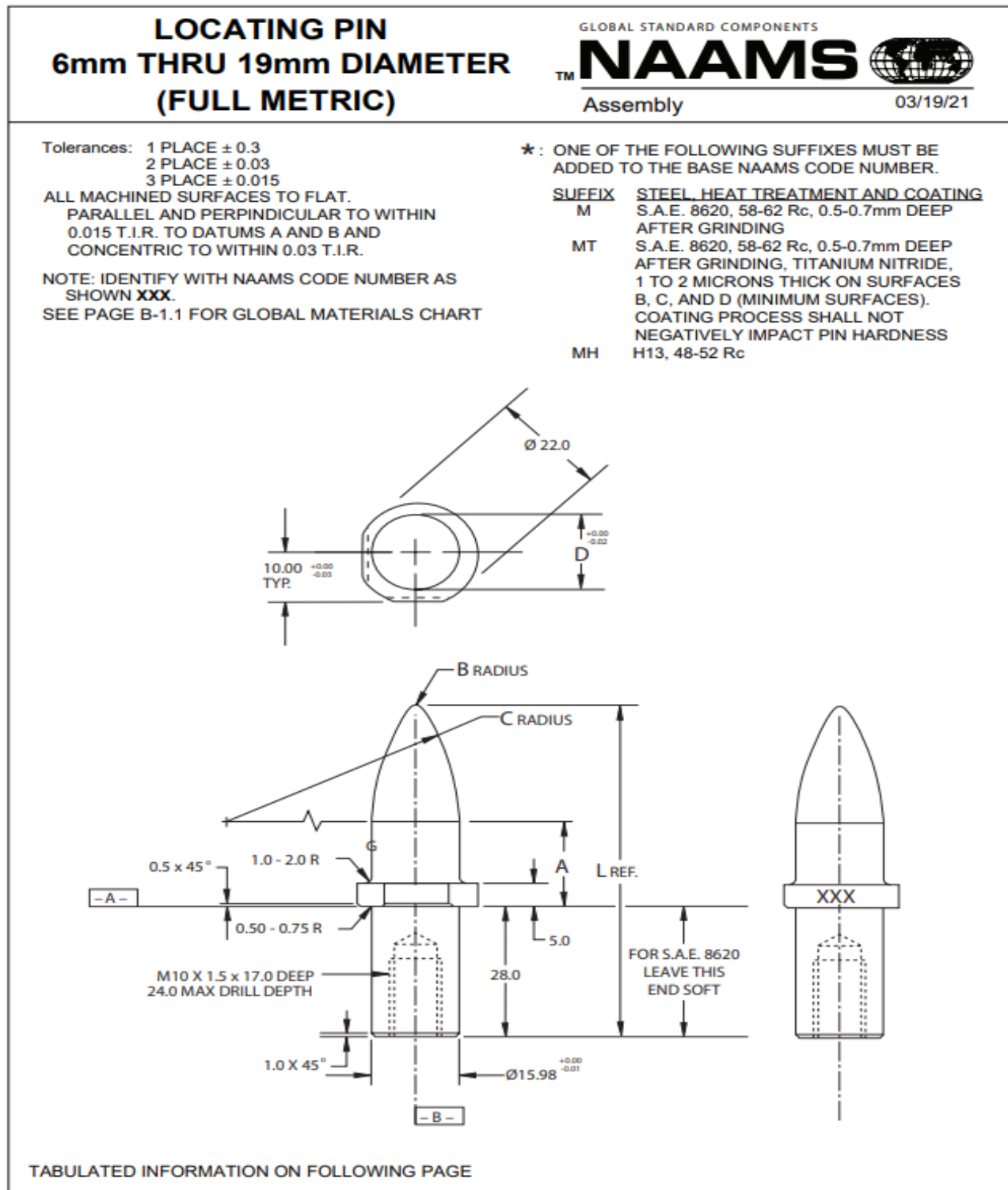


Ilustración 3. Norma NAAM Pin

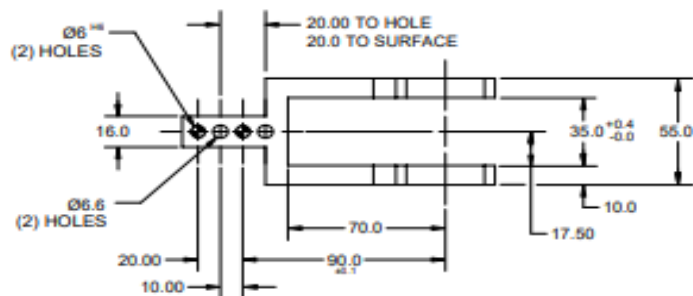
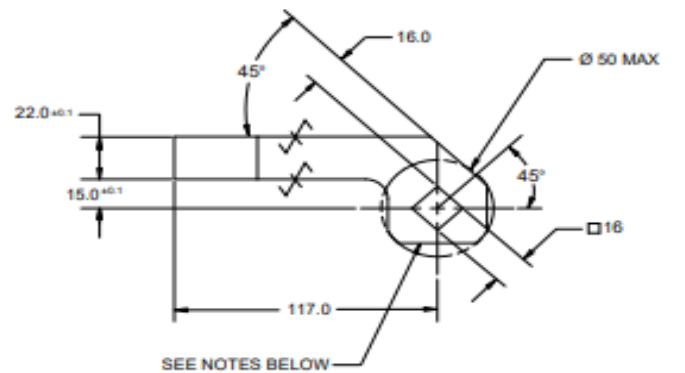
NAAMS Clamp Arms

Existen actuadores neumáticos y eléctricos los cuales sirven para asegurar la posición dentro de nuestro fixture, pues los proveedores de estos elementos se han actualizado de igual forma bajo esta norma y han desarrollado una línea enfocada en el mismo estándar NAAMS, las cuales respetan ciertas medidas que determinan los documentos. Estas medidas son referentes a lo que son los puntos de agarre de la pieza, es decir tornillos y pernos, y a el eje de acción de nuestro clamp arm, al cual va fijo nuestro pisador.

El objetivo de esto es más que nada cumplir con las necesidades del cliente, pero la función de todos estos elementos es la misma. La realidad es que habrá ocasiones en que las mismas dimensiones no te permitan usar estos elementos, ya que son bastante grandes, pero es bueno conocer que, si existe la línea NAAMS, aunque su funcionalidad es exactamente la misma.

WISHBONE CLAMP ARM 40 SERIES 15mm OFFSET

GLOBAL STANDARD COMPONENTS
NAAMS
Assembly 06/01/21



NAAMS CODE

ACA400M

EXCEPT AS NOTED TOLERANCES SHALL BE:
1 PLACE MACHINING ± 0.3
1 PLACE FABRICATION ± 1.5
2 PLACE ± 0.03 GENERAL
 ± 0.03 BETWEEN DOWELS
 ± 0.13 TO SCREW HOLES

ALL DIMENSIONS METRIC UNLESS OTHERWISE NOTED.
MATERIAL: SAE 4140 or SAE 1045
FILLET AND RADII NOT SHOWN FOR CLARITY

NOTES:

1) DIMENSIONS OF HUB AND ARM ATTACHMENT
FEATURES VARY ACCORDING TO MANUFACTURER

2) USE M8x1 SHCS FASTENERS

3) STAMP OR ETCH THE NAAMS CODE NUMBER
AND THE MANUFACTURER'S NUMBER, IF DIFFERENT,
ON THE SIDE OF THE ARM.

4) PAINT AS PRESCRIBED ON PAGE G-1.4

Ilustración 4. Norma NAAMS Clamp Arms

Normativa ISO para tolerancias geométricas: ISO 286

Las normas ISO recogen los datos necesarios para el buen uso y aplicación de los intervalos de tolerancias; estas normas se basan en GPS (por sus siglas en inglés Geometrical Product Specification) el cual se basa en los siguientes puntos:

- Abarcan normas que delimitan las especificaciones, de principios y definiciones globales mientras que otras incluyen las características geométricas.
- Determinan características tales como la dimensión, tamaño, distancia, ángulo, entre otras.
- Estudia características de las piezas a partir de sus procesos de fabricación y las características de los componentes.
- Intervienen en el desarrollo del producto

Estos 4 tipos de normas se encuentran detalladas en la matriz GPS

Ahora bien, la utilización del sistema ISO, siempre y cuando se lleve a cabo de manera correcta y bien especificada, es decir, sin dejar espacio a confusiones o malas interpretaciones, ayuda a reducir costes generados a partir de errores en diseño, siendo así una ventaja competitiva muy favorable. (Coban Engineering, s.f)

El término más importante en relación con ajustes y límites son feriantes en la siguiente figura

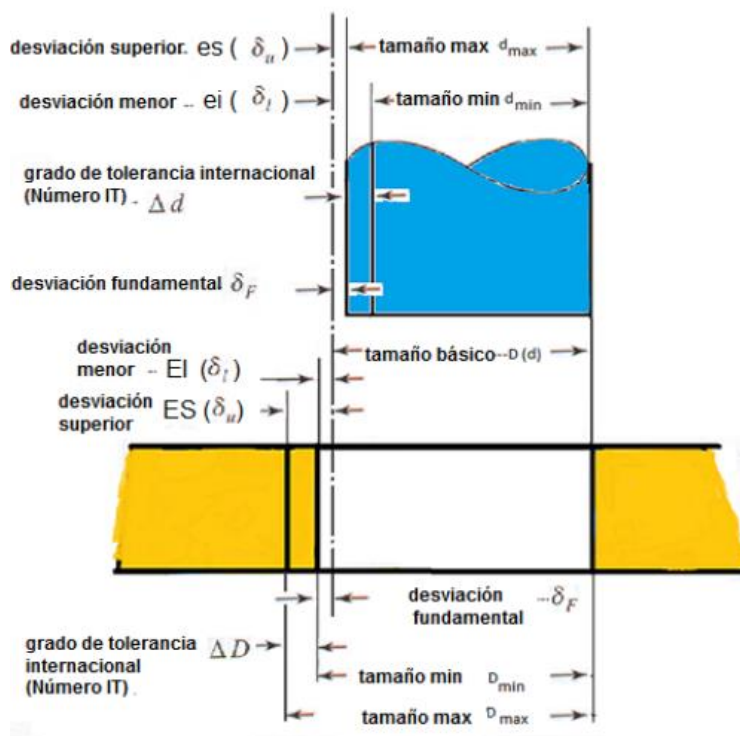


Ilustración 5. Tolerancias, límites y ajustes de la Norma ISO286

Para esto se deben de tener en cuenta conceptos fundamentales tales como:

Desviación: Diferencia entre el tamaño y el correspondiente básico tamaño. El tamaño básico se asigna como límites de desviación, que es el mismo para las dos partes de sus ataques.

Baje Desviación: Diferencia entre el límite mínimo de tamaño de parte y el tamaño de base correspondiente. Se designa "EI" para el Hoyo, "ei" para eje

Superior Desviación: Diferencia entre el límite máximo de tamaño de la pieza y el tamaño de la base correspondiente. Se designa "ES" para el Hoyo, "es" para eje

Desviación Fundamental: Una de las desviaciones más cercanos a la talla básica.

RPS y puntos de medición (GD&T)

Los RPS son puntos o marcas que definen la ubicación de una geometría en el espacio.

El dimensionamiento geométrico y tolerancias (GD&T por sus siglas en inglés) son un grupo de símbolos y reglas estandarizadas para optimizar tiempos y recursos al momento de realizar diseños en algunas áreas de la industria.

Las tolerancias geométricas son un elemento complementario de los métodos tradicionales que permiten una definición clara de los verdaderos límites funcionales de la geometría de una parte aceptable, y son usados cuando se quiere controlar lo siguiente:

- Forma
- Perfil
- Orientación
- Localización
- Cabeceo

El datum es un plano, eje o punto derivado de la verdadera contraparte geométrica de la pieza, es decir, es el origen a partir del cual se establecen los controles geométricos de orientación, posición y cabeceo.

Propiedades del aluminio

El aluminio es ampliamente utilizado en trabajos de tooling y poka yokes debido a su ligereza y sus bajos costos, además, al ser un material mas suave se vuelve más fácil su proceso de maquinado.

Propiedades del acero 1018

El acero 1018 puede ser considerado un acero "suave" el cual al ser sometido al proceso de templado puede adquirir mayor dureza

Álvarez Zúñiga y Ramírez Pérez (2013) lo consideran como uno de los aceros de bajo carbono más versátiles debido a sus propiedades y su buena maquinabilidad cuando es trabajado en frio, gracias a esto se emplea en maquinaria o en el área automotriz en forma de tornillos, pernos o engranes.

Tabla 1. Simbología ASME

Símbolos de características geométricas

Tolerancias	Características	Símbolo
Forma	Rectitud	—
	Planitud	
	Redondez	
	Cilindricidad	
	Perfil de una línea	
	Perfil de una superficie	
Orientación	Paralelismo	
	Perpendicularidad	
	Angularidad	
Localización	Posición	
	Concentricidad y Coaxialidad	
	Simetría	
Alabeo	Circular	
	Total	

Sistema de control

Los sistemas de control son una serie de planteamiento matemáticos que tienen como objetivo obtener algoritmos de control aplicables en diversos procesos, ahora bien, en la industria pueden ser aplicables para la automatización de diversos procesos. (Higuera, A. G., 2005) Estos sistemas autómatas se pueden dividir de acuerdo con su nivel:

- Nivel 1: Elemental

Se automatizan ciertas operaciones a realizar por dispositivos mecánicos

- Nivel 2: Maquinas simples

Se automatizan tareas a realizar por maquinas destinadas a la realización de operaciones específicas, como lo pueden ser tornos, fresadoras, etc.

- Nivel 3: Proceso

Se automatizan tareas combinadas de diferentes dispositivos

- Nivel 4: Nivel de gestión integrada

Se relacionan todos los elementos implicados en el proceso de fabricación de diferentes productos en una planta.

Actualmente ya hay una gran cantidad de tecnología y técnicas empleadas para la automatización industrial, estas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Técnicas Cableadas
- Técnicas programadas
- Microprocesadores
- PC industrial
- Autómata programable
- Control numérico
- Control de Robot
- Bus de control

Neumática y control

Los actuadores neumáticos pueden ser divididos en 2 grupos:

Cilindros neumáticos

Son los encargados de convertir la energía neumática en trabajo mecánico por medio de un movimiento rectilíneo, el cual consta de carrera de avance y de retroceso.

Las cámaras de un pistón son los volúmenes de aire que quedan divididos por el embolo; la dirección dependerá de la cámara a la cual se le aplique presión de aire siendo que, si se aplica en el área posterior tendrá un desplazamiento hacia adelante (carrera de avance) y si se aplica en la cámara anterior tendrá un desplazamiento inverso (carrera de retroceso).

Estos cilindros se pueden dividir en 2 grupos: simple efecto y doble efecto.



Ilustración 6. Representacion de Piston neumatico

Motores

Los motores neumáticos transforman la energía neumática en energía mecánica de rotación. Los motores de paleta se emplean como elemento motriz puro, en herramientas como taladradoras, atornilladores y esmeriladoras mientras que los motores de pistones se usan solamente en máquinas de grandes potencias. (Salvador, A. G., 1988)

Válvulas de control direccional

Las válvulas de control direccional o válvulas distribuidoras son aquellas que controlan el arranque, paro y sentido del aire comprimido; Estos elementos constan de un cuerpo de aluminio con un agujero cilíndrico, las salidas de la válvula se conectan al cilindro. Las válvulas se pueden dividir en 2 grupos: monoestables y biestables; las monoestables son mantenidas por un muelle en una posición inicial y al ser accionada la válvula pasa a su estado activado, cuando ya no presenta energía regresa a su posición inicial. Las válvulas biestables o de doble efecto suelen tener un solenoide en ambos extremos por lo cual no volverá a su posición inicial.

Los distribuidores se pueden dividir de la siguiente manera:

- Distribuidores de potencia o principales: suministran aire directamente a los actuadores, también permiten su escape
- Distribuidores de fin de carrera: accionan otros mecanismos de control como lo serían los distribuidores de potencia.

- Distribuidores auxiliares: se usan para guiar convenientemente las señales de presión de aire.

Instrumentación (sensores)

Un sensor es un dispositivo diseñado para capturar o recibir cualquier señal, acción o variable del exterior y transformarla en una señal, la cual se puede cuantificar y manipular. Se pueden clasificar de diferentes maneras, una de ellas es según el tipo de señal de salida que emite:

- Sensores digitales: Cuentan con dos estados(on-off), dichos estados están separados por un valor umbral de la variable monitoreada
- Sensores análogos: Dan una señal codificada en pulsos o sistemas como BCD, binario, etc. Los analógicos emiten un valor de voltaje o corriente, comúnmente se emplean circuitos de 2 hilos y de 4 a 20 mA.

En la industria automotriz se requieren de sensores de uso rudo ya que estarán en contacto con maquinaria y elementos que pueden desgastarlos fácilmente, uno de los más utilizados es:



Ilustración 7. Sensor Inductivo

Los sensores inductivos, como el que se muestra en la imagen 7, detectan materiales ferrosos, teniendo en su interior una bobina eléctrica que genera un campo magnético lo cual permite detectar metales conductores.

- Fotoeléctricos

Estos sensores utilizan luz para detectar la presencia, ausencia o posición de objetos. Se basa en el principio de detección fotoeléctrica, donde la luz se emite, refleja o interrumpe para generar una señal para la detección de objetos.

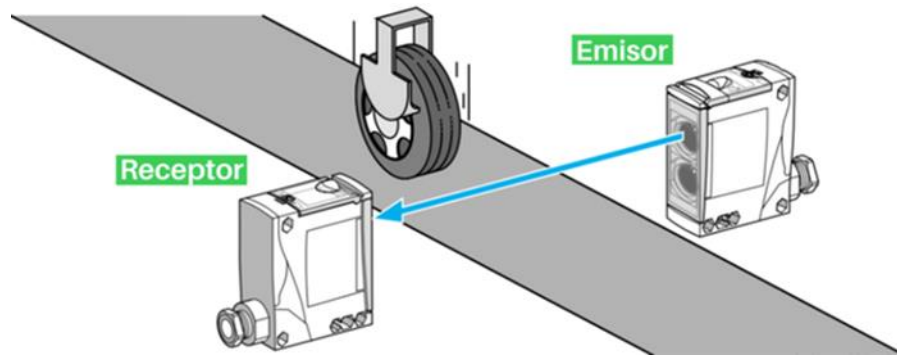


Ilustración 8. Representación del funcionamiento del sensor fotoelectrico

- Capacitivos

Un sensor capacitivo es especialmente adecuado para efectuar controles de presencia y mediciones de distancia en espacios muy pequeños. Los valores pueden determinarse con una exactitud nanométrica. Por tanto, los sensores son aptos para un amplio abanico de aplicaciones. Se usan, por ejemplo, en pantallas táctiles de teléfonos inteligentes, en microscopios de túneles de barrido o en instalaciones de montaje.

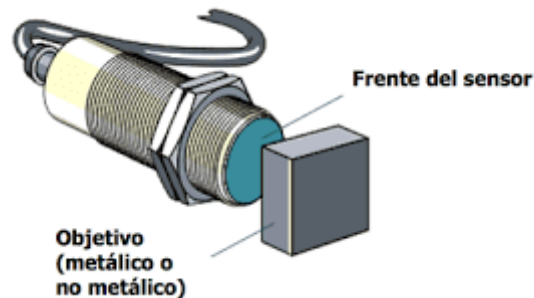


Ilustración 9. Representación sensor capacitivo

- Sensores ultrasónicos

El sensor ultrasónico realiza mediciones mediante el uso de ondas ultrasónicas. Su funcionamiento se basa en la emisión de ondas y estas, al rebotar con un objeto es recibido por un receptor.

Este dispositivo es utilizado en el sector de materiales y su manejo, la industria de equipos móviles, detección y hasta en llenado de productos.



Ilustración 10. Sensor ultrasónico

Fundamentos de la soldadura por puntos

La soldadura por resistencia eléctrica por puntos se basa en el calentamiento que se produce en los materiales por el paso de una corriente eléctrica a través de ellos y la fuerza o presión que se hace sobre las superficies a unir mediante los electrodos. La resistencia que ofrecen los materiales al paso de la corriente eléctrica genera un calentamiento localizado hasta llegar a la temperatura de forja (estado pastoso) de los materiales, de forma que en ese momento se aplica a la zona el esfuerzo necesario o presión suficiente para que las piezas a unir queden soldadas. (Perez Garcia, 2017)

Este tipo de soldadura es el más utilizado para la unión de láminas de acero de espesores pequeños o medianos, debido a sus buenas características, localización y rapidez.

La unión localizada punto a punto frente a un cordón de soldadura continuo produce un menor calentamiento de las superficies de las chapas a soldar. Las máquinas permiten una dosificación de la corriente eléctrica según el espesor de las chapas que es aplicada en el menor tiempo posible. Por ello, es importante que el equipo de soldadura disponga de la potencia eléctrica suficiente a los espesores a soldar para lograr la fusión del material y ser capaz de ejercer la presión de forja necesaria para completar el proceso de soldeo. De este modo, en los procesos de soldadura por resistencia, los principales parámetros son la intensidad de la corriente eléctrica, la presión de forja del punto y el tiempo empleado en el proceso. Otro parámetro fundamental, es la resistencia eléctrica de los materiales a unir, pero este parámetro no puede regularse ya que depende de la propia naturaleza de los materiales. Existen diferentes tipos de soldadura por resistencia, entre ellos se encuentran el soldeo por

roldanas, a tope o por protuberancias, no obstante, la soldadura más utilizada es la soldadura por puntos. Esta se puede realizar con dos electrodos o con uno: la soldadura a puntos por pinzas (dos electrodos) o la soldadura a puntos por empuje (un electrodo).

La soldadura por puntos y dos electrodos, la presión de forja se realiza mecánicamente con la pinza del equipo, presionando a ambos lados de las chapas a unir, por lo que se controla la presión de apriete y se consigue una buena resistencia mecánica de la unión, de modo que se utiliza para unir piezas a las que se requiere cierta responsabilidad estructural. Sin embargo, en la soldadura con un solo electrodo la presión de forja se realiza manualmente y sólo presionando, por un lado, de modo que la resistencia mecánica conseguida es mucho menor y se utiliza en uniones sin responsabilidad.

Punto de soldadura

El punto de soldadura, llamado también “lenteja”, se forma cuando el material llega al estado de fusión por el calentamiento que sufre debido a la corriente eléctrica que se hace pasar a través de él. Esta corriente, de elevada intensidad, se transmite a través de los dos electrodos que presionan las superficies de las chapas a soldar. El calor se genera por la resistencia que ofrecen los materiales de las chapas al paso de la corriente eléctrica. El punto de soldadura se forma cuando los materiales se funden y llegan a su estado pastoso, en ese momento se ejerce la presión de forja que finaliza el punto de soldadura. El calor generado durante el proceso viene dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Calor} = \text{intensidad de corriente}^2 \times \text{resistencia eléctrica de la unión} \times \text{tiempo de paso.}$$

Parámetros de soldadura

Los principales parámetros que influyen en esta soldadura son los siguientes:

Intensidad de corriente y tiempo. Estos dos parámetros están directamente relacionados, a mayor intensidad de corriente, mayor resistencia de las chapas se genera y mayor calentamiento del material se produce. De la misma forma, a mayor tiempo de exposición a la corriente eléctrica, mayor tiempo de calentamiento. Se puede disminuir el tiempo de soldadura aumentando la intensidad, o lo contrario, aumentar el tiempo de paso de corriente y disminuir la intensidad. Mayores espesores de chapa, necesitarán mayores cantidades de calor o de intensidad para llegar a la temperatura de forja. Cuando se disponga de diferentes espesores de chapa a soldar, se regulará la intensidad en función del espesor más pequeño. Si no se eligen correctamente la intensidad y el tiempo, un exceso de ellos puede provocar una fusión del material superior y la proyección de chispas con el consiguiente vaciado de la soldadura. También puede deteriorarse la cara activa del electrodo. La proyección de chispas no es más que la expulsión de parte del material fundido de la zona de la soldadura. Si al contrario se eligen valores demasiado pequeños, lo que ocurre es que no se llega a alcanzar la temperatura de forja y no se produce la unión, o si se produce es de escasa resistencia mecánica. El equipo de soldadura deberá disponer de un sistema de corte y temporización para suministrar la corriente en el momento y durante el tiempo preciso. Si las superficies de

las chapas a soldar no están limpias de pinturas, aceites u otros productos, pueden interferir en el paso de la corriente eléctrica.

Resistencia del material. Este aspecto depende de la naturaleza de los materiales a soldar. A mayor resistencia eléctrica ofrecida por el material, mayor calor se generará. Este parámetro es intrínseco a la naturaleza de los propios materiales y no se puede actuar sobre ella. La resistencia total es la suma de las resistencias individuales de cada una de las zonas, las de contacto de los electrodos, la de contacto de las chapas a unir y las ofrecidas por los materiales base de esas mismas chapas. En la resistencia total del conjunto influyen los materiales base, el espesor de las chapas, la limpieza y sección de la punta de los electrodos y la limpieza de las chapas.

Presión de apriete. Cuando el material llega al estado pastoso, es necesario ejercer la presión de apriete para que se forme la lenteja de soldadura. Las soldaduras de mayor calidad se consiguen con presiones elevadas, produciéndose huellas menores y mayor duración de los electrodos. Cuando la regulación del equipo lo permita, deben elegirse valores altos de corriente y presión, con tiempos de soldeo cortos. Para ejercer la presión de apriete existen diferentes configuraciones de los electrodos, en C o en X, las cuales aportan en mayor o menor medida las fuerzas de apriete. El sistema de apriete del equipo generalmente es de accionamiento neumático, pero también puede ser hidráulico o mecánico. Cuando la presión de apriete no es la correcta y existe un mal contacto entre electrodo y pieza, pueden producirse proyecciones o la creación de puntos sin resistencia mecánica.

Fases de la soldadura

El proceso de soldadura se puede dividir en cuatro fases:

- Fase de posicionamiento. Es el tiempo invertido entre la primera aplicación de la presión del electrodo y la primera aplicación de la corriente de soldadura. Los electrodos se acercan a las superficies, presionándolas. A lo largo de las siguientes fases, los electrodos deben mantener en contacto las chapas a soldar
- Fase de soldadura. Es el tiempo durante el cual pasa la corriente eléctrica a través de los electrodos y chapas, mientras se mantiene presión entre ellos. Es el momento en que el material de las chapas a soldar se lleva a su estado de fusión. En esta fase la presión de los electrodos es ligeramente menor que en la primera fase con el fin de facilitar el paso de la corriente eléctrica.
- Fase de forja o mantenimiento. Cuando se ha alcanzado la temperatura para soldar y el material llega al estado pastoso, se corta el paso de la corriente y se incrementa la presión sobre los electrodos. Se debe garantizar que el punto se enfría bajo presión.
- Fase de cadencia o intervalo. Es el tiempo que se emplea en separar los electrodos de las piezas. Una vez que la lenteja está formada, la presión de apriete disminuye progresivamente hasta que los electrodos se separan de las superficies.

Electrodos

Los electrodos son una parte fundamental del equipo de soldeo que influye notablemente en el resultado final de este proceso de soldadura. Si los electrodos no están en buenas condiciones, el punto de soldadura (lenteja) no se realizará correctamente. Son el componente del equipo que transmite la corriente eléctrica a las chapas a soldar. Están fabricados en cobre aleado con cromo y zirconio, un material de elevada conductibilidad eléctrica y térmica y con una gran resistencia mecánica al aplastamiento a grandes temperaturas. Debido a los calentamientos que se generan deben estar bien refrigerados para que no se dañe su cara activa, y su punta debe mantenerse en buenas condiciones, limpia y afilándola periódicamente para guardar su geometría y eliminar así posibles incrustaciones y suciedad. La forma y diámetro de la punta influyen en la calidad del punto. El diámetro que ha de tener la punta, está determinado por el espesor de las chapas a soldar, A mayor espesor, mayor diámetro deberá tener la punta. La posición de los electrodos también influye, deben estar correctamente alineados, enfrentados y limpios para que se establezca el contacto en las superficies de soldeo.

Ergonomía

En una estación de ensamble la ergonomía es una parte fundamental, el objetivo es diseñar la estación de tal manera que se adecue al operador para prevenir lesiones proporcionando las condiciones óptimas para desempeñar la tarea, así se incrementa la productividad dentro de la empresa.

Hablando de ergonomía, para hacer un buen diseño de estaciones de trabajo es necesario analizar los siguientes puntos:

- Dimensiones de la estación: Para cuidar la postura del operador.
- Ambiente de trabajo: Ruido, iluminación, etc.
- Condición física: Velocidad, peso, fuerza, etc.
- Proceso del trabajo: Tareas repetitivas, uso de herramientas, etc.

Ejemplos de estaciones de trabajo

Las estaciones de trabajo se clasifican en las siguientes categorías: tipo de producto, tipo de operador, etc. Cada categoría tiene diferentes tipos de estaciones de ensamble.

Tipo de producto

- **Simple:** La línea de trabajo produce un solo producto.
- **Mixta:** La línea de trabajo puede producir variantes de un mismo producto. Según el tipo de operador
- **Manuales:** Este tipo de estaciones se manejan con operadores humanos.
- **Semiautomáticas:** Una parte del trabajo la hace un operador humano y otra parte del ciclo se realiza de forma automática bajo algún programa de control.
- **Automáticas:** Estaciones de trabajo totalmente automatizadas por programación a robots.

Beneficios de las estaciones de trabajo

La ventaja principal de una estación de trabajo es el tiempo que se puede llegar a ahorrar durante el proceso de fabricación si los comparamos a otros métodos de fabricación o ensamble; sin embargo, no es la única ventaja, a continuación, te dejamos algunas otras:

- Velocidad.
- Automatización.
- Costos de producción.
- Precisión.
- Volumen de producción.
- Repetitividad.

Veamos a qué se refiere cada una de ellas.

Velocidad: Como lo habíamos mencionado al inicio, la principal ventaja de las estaciones de trabajo es la velocidad con la que se realizan las tareas hasta llegar a un producto final.

Automatización: Las estaciones de trabajo se realizan con un proceso de producción automatizado o semiautomatizado lo que reduce la mano de obra en las empresas en gran medida, reduciendo costos y aumentando la eficiencia de las estaciones de trabajo.

Costos de producción: Gracias a la velocidad de producción a la que estas pueden llegar, los costos de producción se pueden reducir de manera significativa, no solo por el tiempo que se utiliza, también por la automatización y flujo de estos procesos de producción que reducen la mano de obra.

Precisión: Gracias a que las tareas se pueden automatizar en estos procesos se tiene la certeza de que en general la producción será precisa, lo que garantiza un producto consistente y confiable.

Volumen de producción: Debido a la velocidad y a la precisión de los procesos en las estaciones de trabajo, el volumen de producción aumenta mucho y esto hace que los procesos sean mucho más eficientes, que a su vez hace más rentable la producción.

Repetitividad: Otra ventaja de las estaciones de trabajo es el poder repetir las tareas específicas que tiene la estación sin alterar el resultado final, teniendo las mismas características del producto.

Seguridad

Uso de equipo de protección personal (EPP).



Ilustración 11. Señalización de riesgos y uso de EPP

Precauciones

Normatividad.

Riesgos Vinculados a la energía eléctrica.

El equipo ARO trabaja bajo las siguientes directivas:

Baja tensión 2014/35/EU del 26 de febrero del 2014.

Compatibilidad electromagnética 2014/30/EU del 15 de febrero del 2014.

Directiva 2013/35/UE del 26 de junio sobre la exposición de los trabajadores a campos electromagnéticos.

Directiva ISO 669 especificación del material de soldar por resistencia.

ISO 5826 acerca de transformadores para máquinas de soldar por resistencia; especificaciones generales aplicables a todos los transformadores.

CEI 60201-1 sobre seguridad de las maquinas (Equipo eléctrico de las maquinas).

ISO 12100:2010 sobre seguridad de máquinas (Principios generales de diseño, prevención y reducción de riesgos).

Norma de seguridad CCC aplicable al convertidor.

IEC62135-1 Norma de seguridad aplicable al convertidor.

CAPÍTULO III

DESARROLLO

Diseño realizado en AutoCAD

Este proyecto fue realizado para remplazar otro teniendo la misma funcionalidad que es verificar con los sensores que las tuercas soldadas estén correctamente, agregamos los pistones para que a la hora de sacar la piensa estos la empujen y cueste menos trabajo quitarla

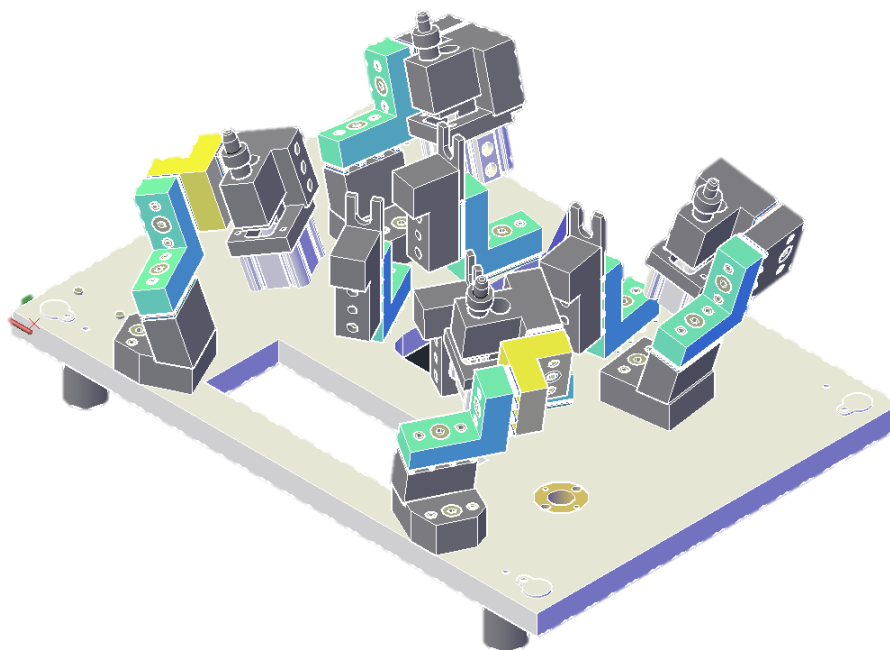


Ilustración 12. Representación de tooling terminado

En la ilustración 11 se muestra una vista isométrica del diseño completo del tooling, incluyendo elementos neumáticos como lo son los pistones, es importante mencionar que la mayoría de las piezas están hechas de aluminio, cuenta con elementos de ajuste como “shims” y L blocks.

Planos de piezas diseñados en AutoCAD

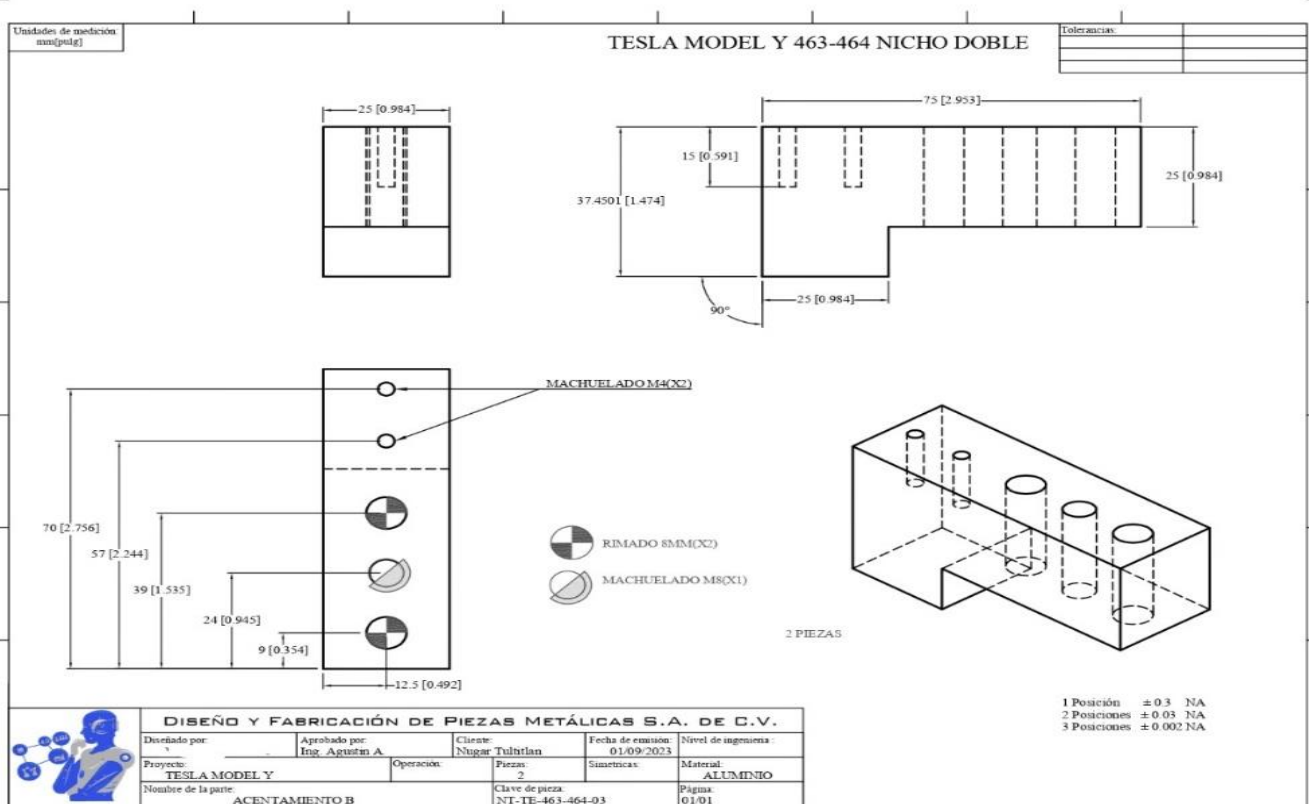


Imagen 12, Representación del asentamiento del Tooling

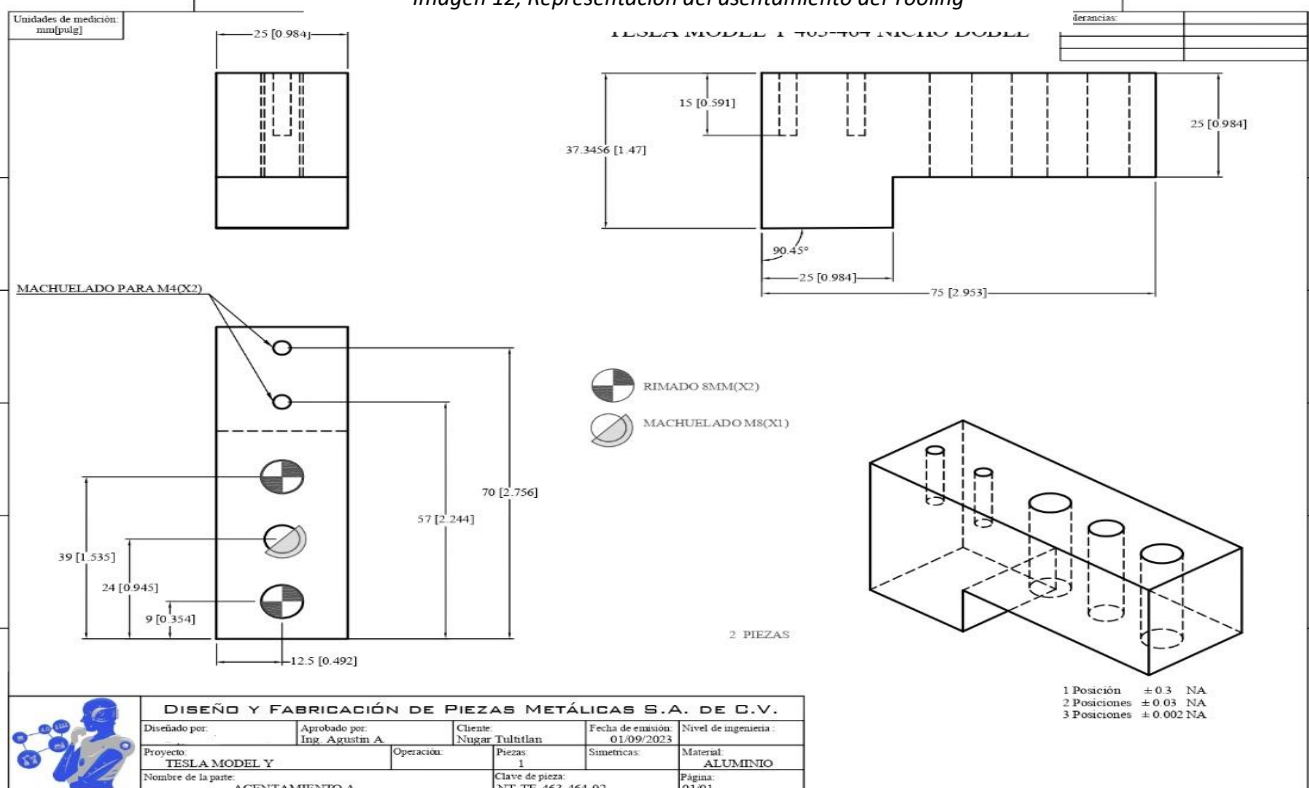
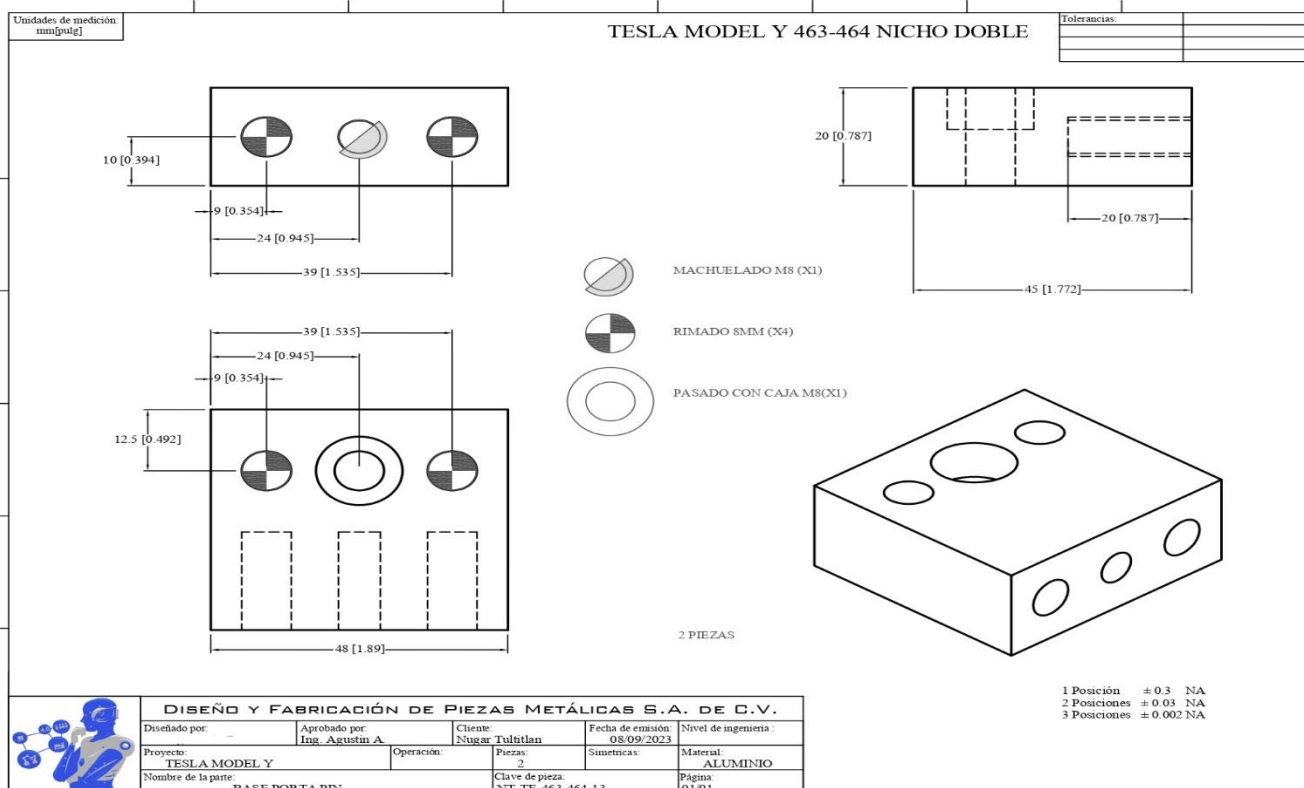
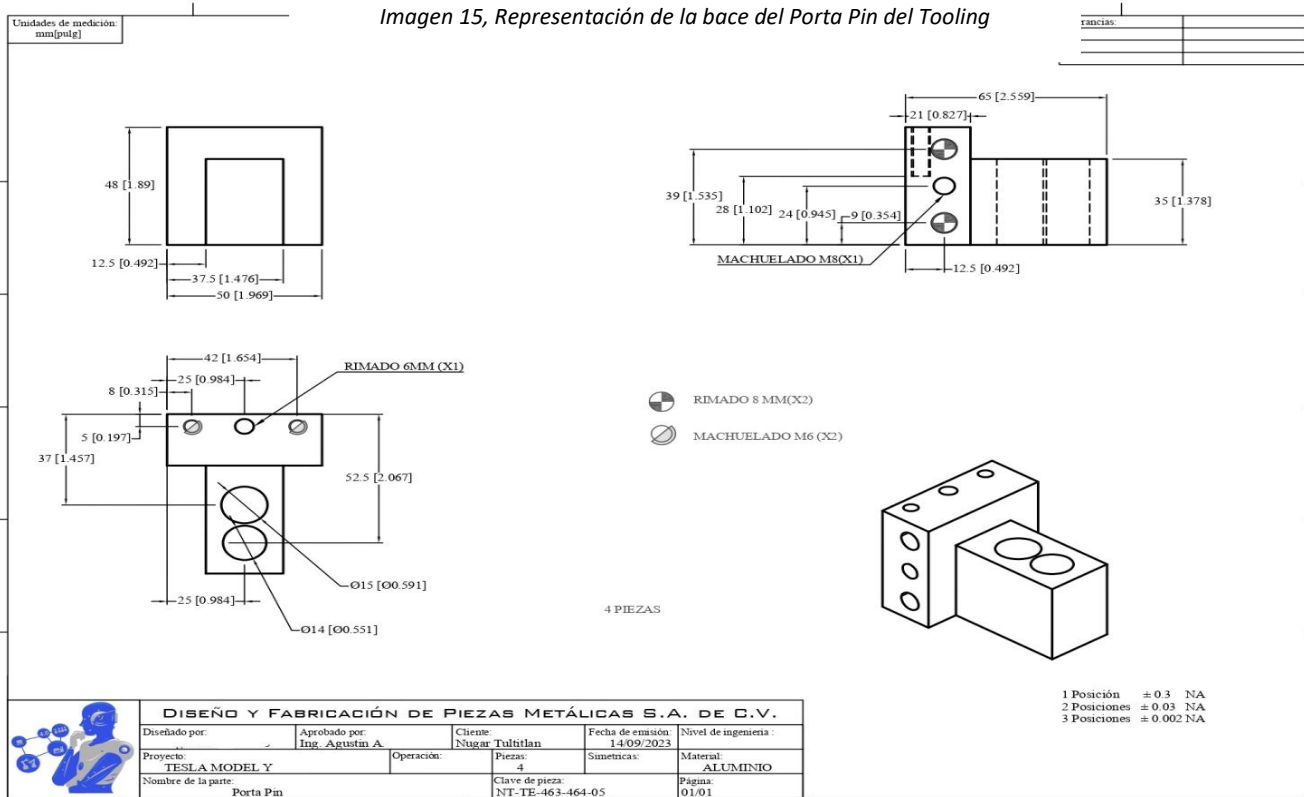


Imagen 13, Representación del asentamiento A del Tooling

Imagen 15, Representación de la base del Porta Pin del Tooling



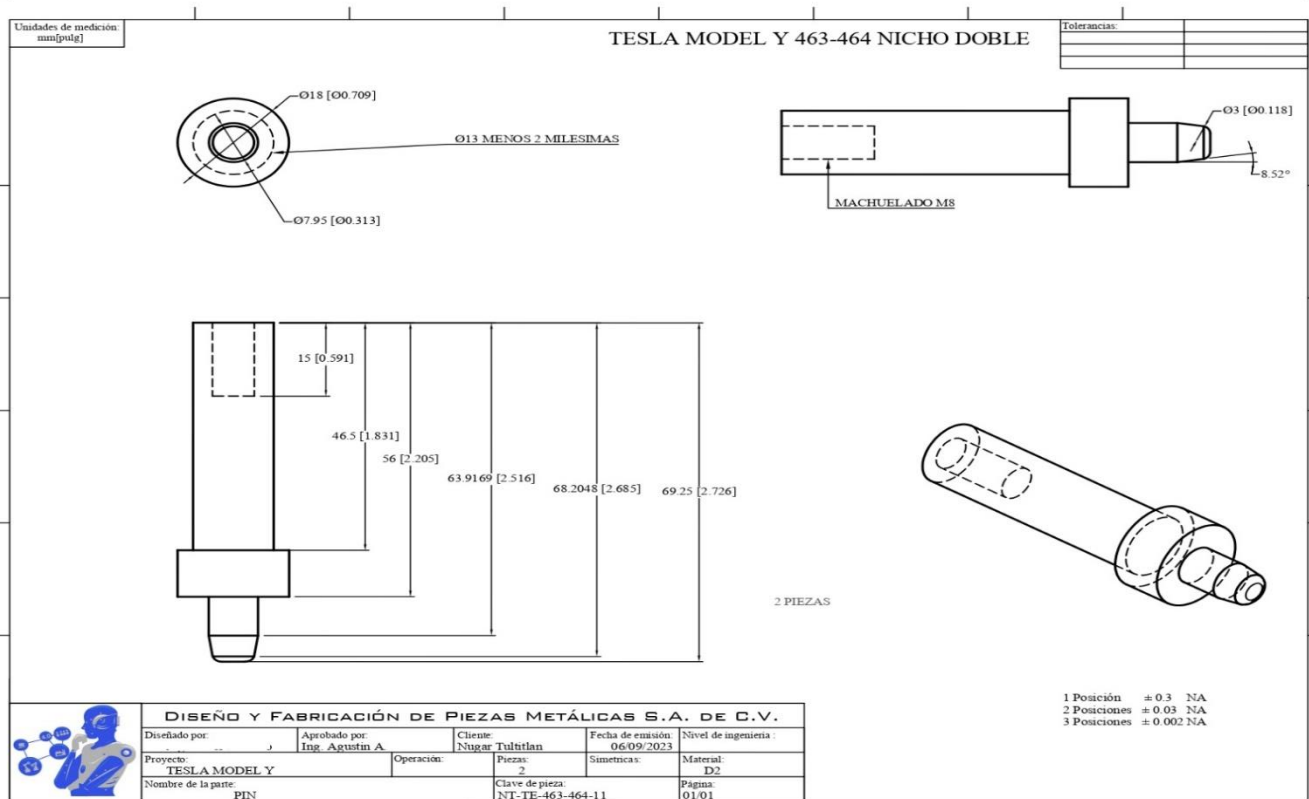


Imagen 16, Representación del Pin del Tooling

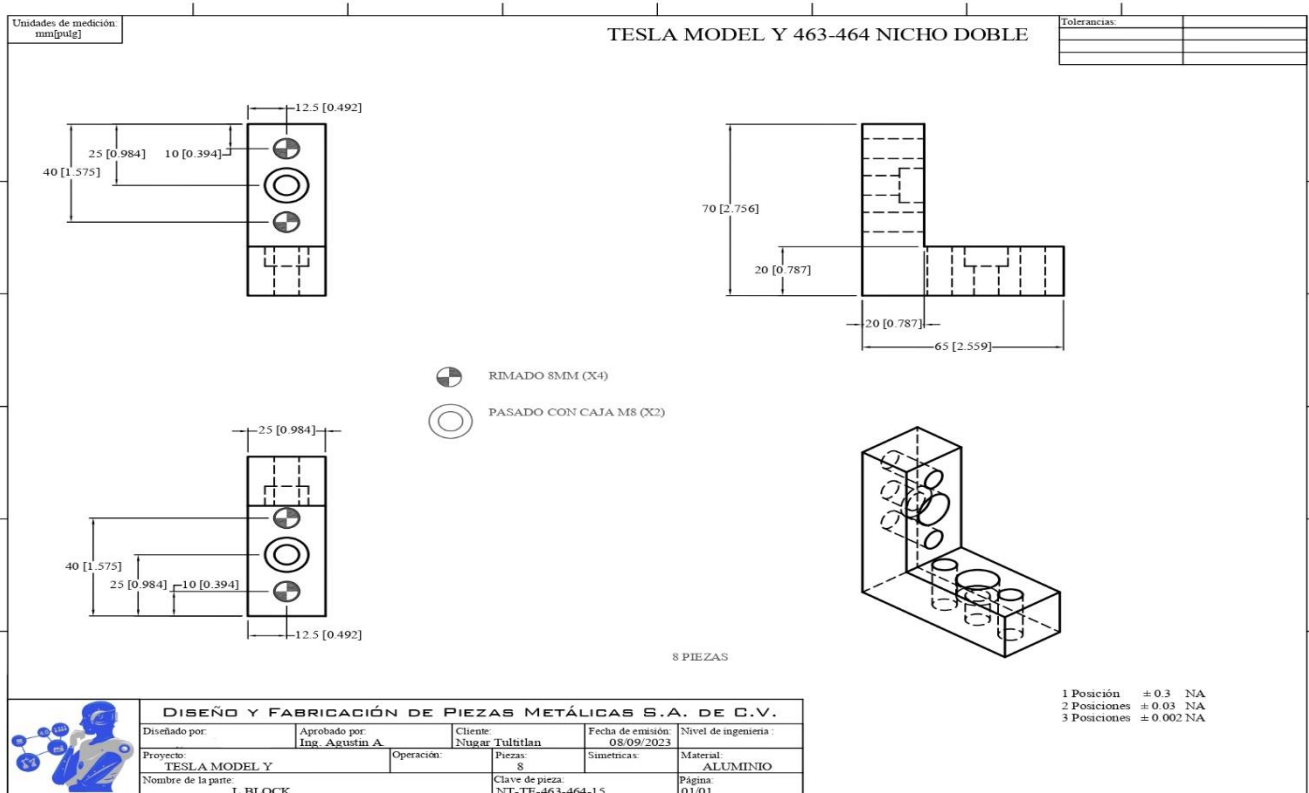


Imagen 17, Representación del L-Block del Tooling

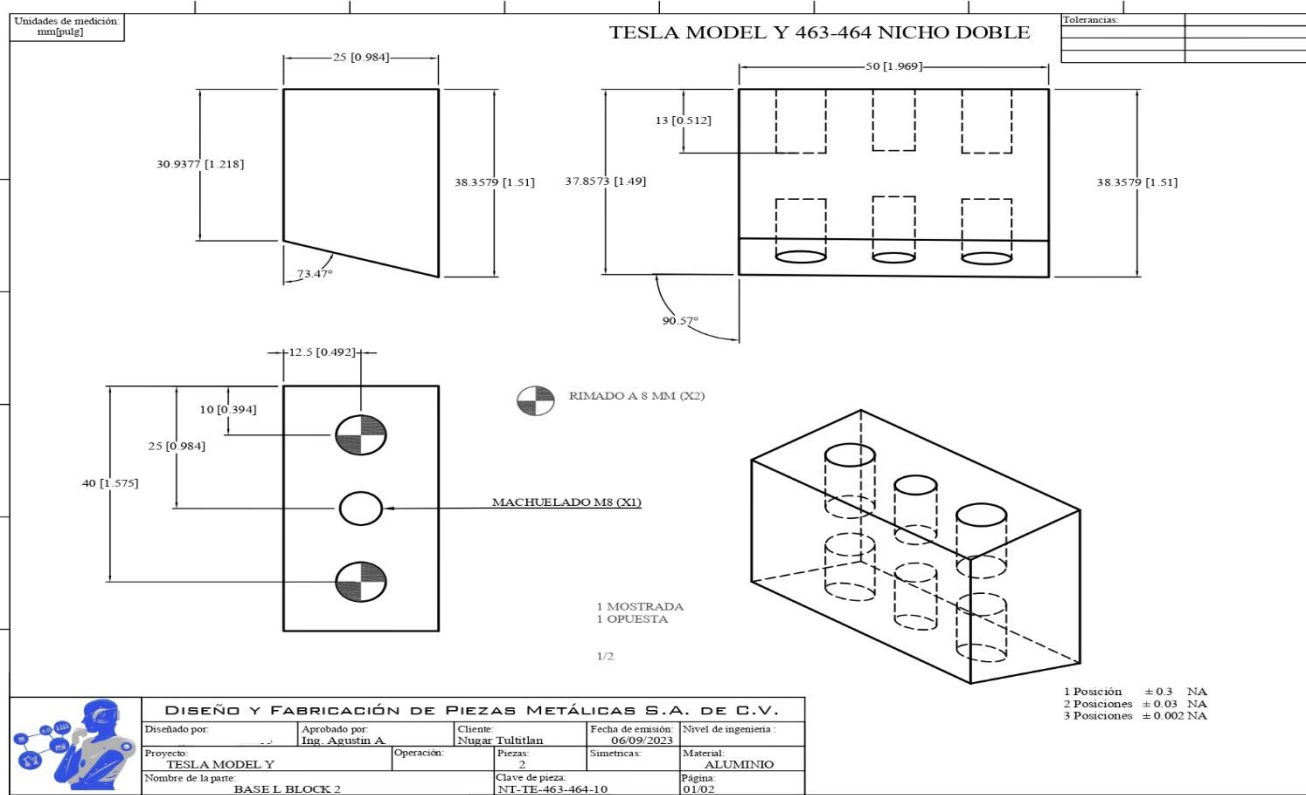


Imagen 18, Representación de la bace L-Block del Tooling

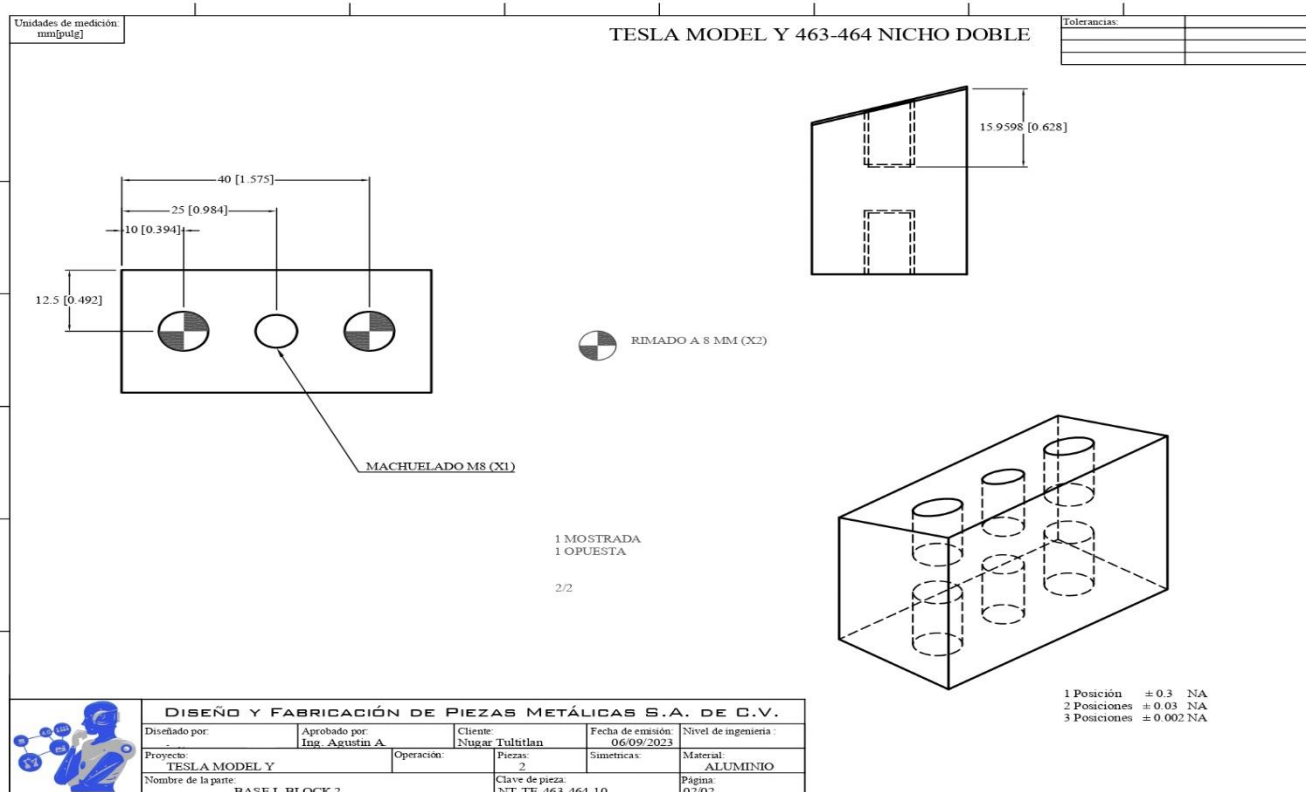
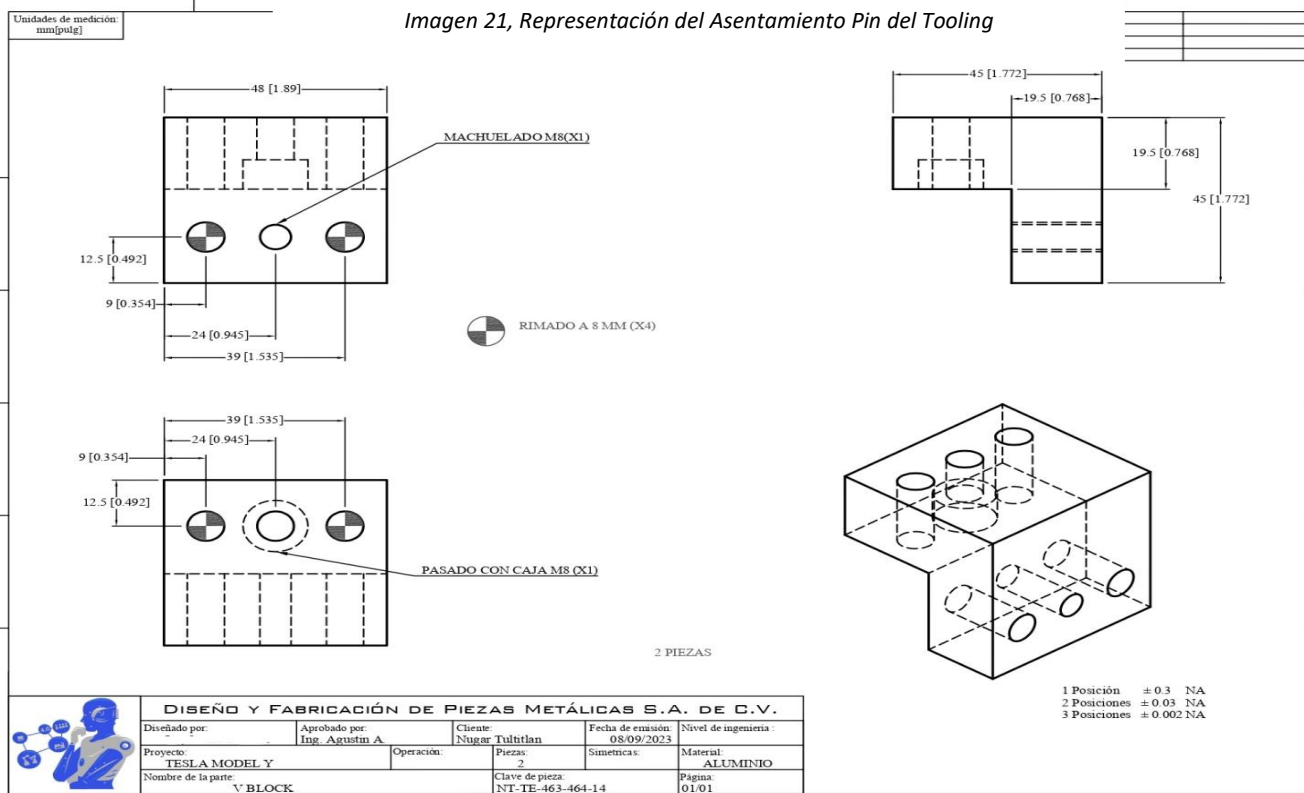
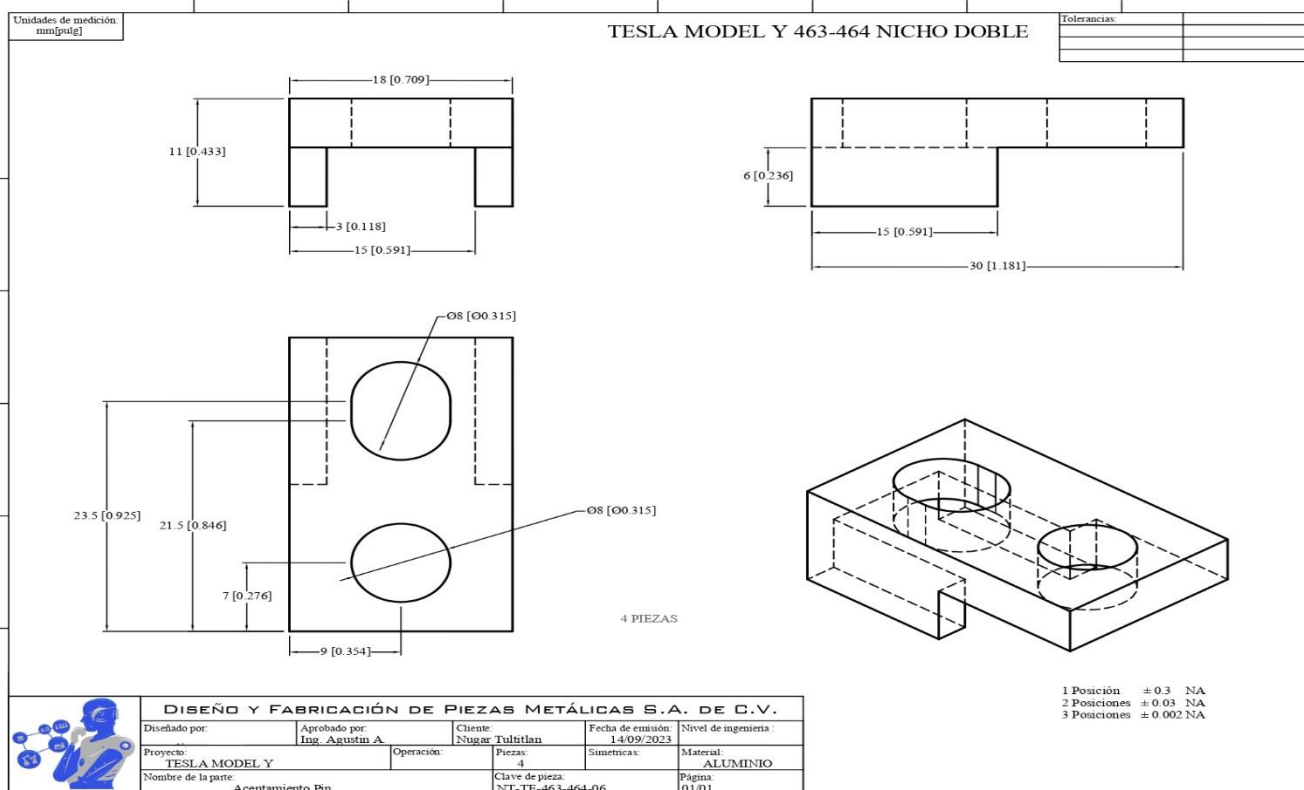


Imagen 19, Representación de la bace L-Block 2 del Tooling

Imagen 21, Representación del Asentamiento Pin del Tooling



TESLA MODEL Y 463-464 NICHO DOBLE



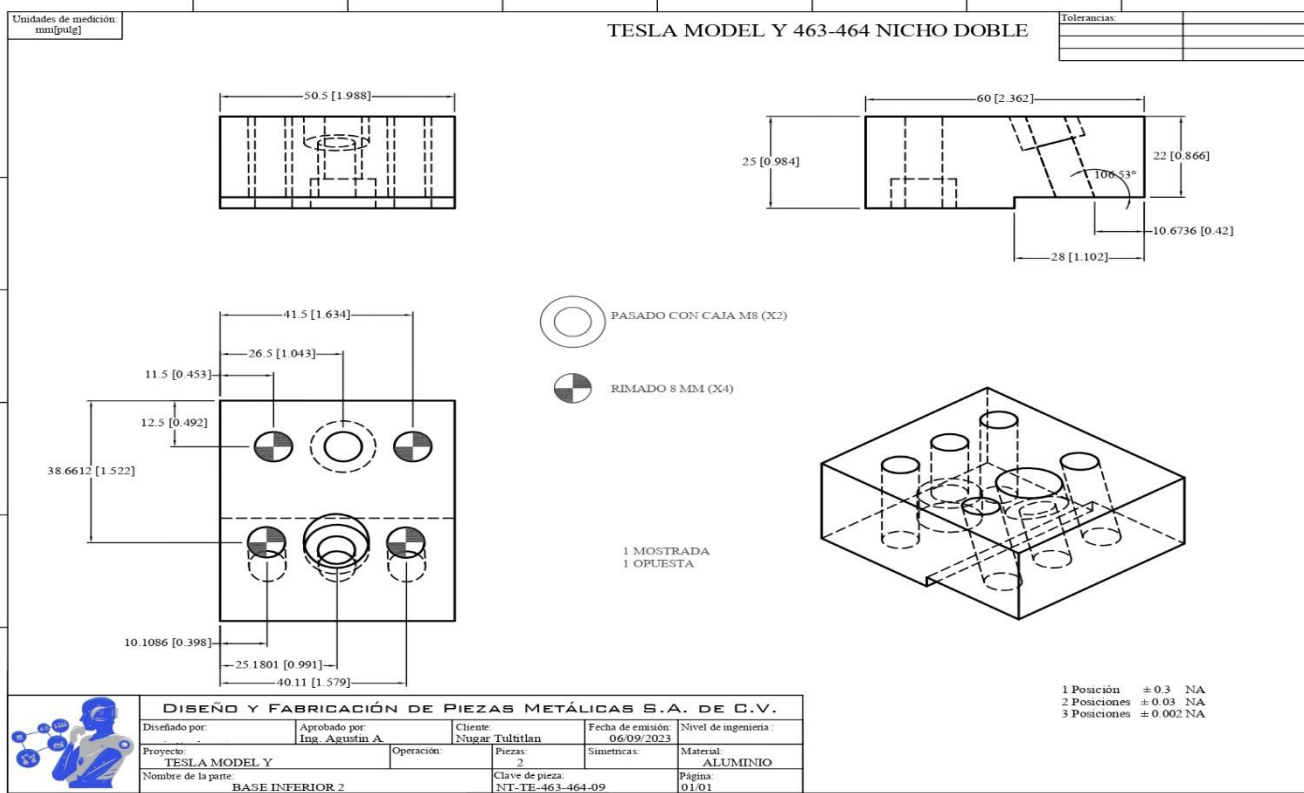


Imagen 22, Representación de la Base Inferior 2 del Tooling

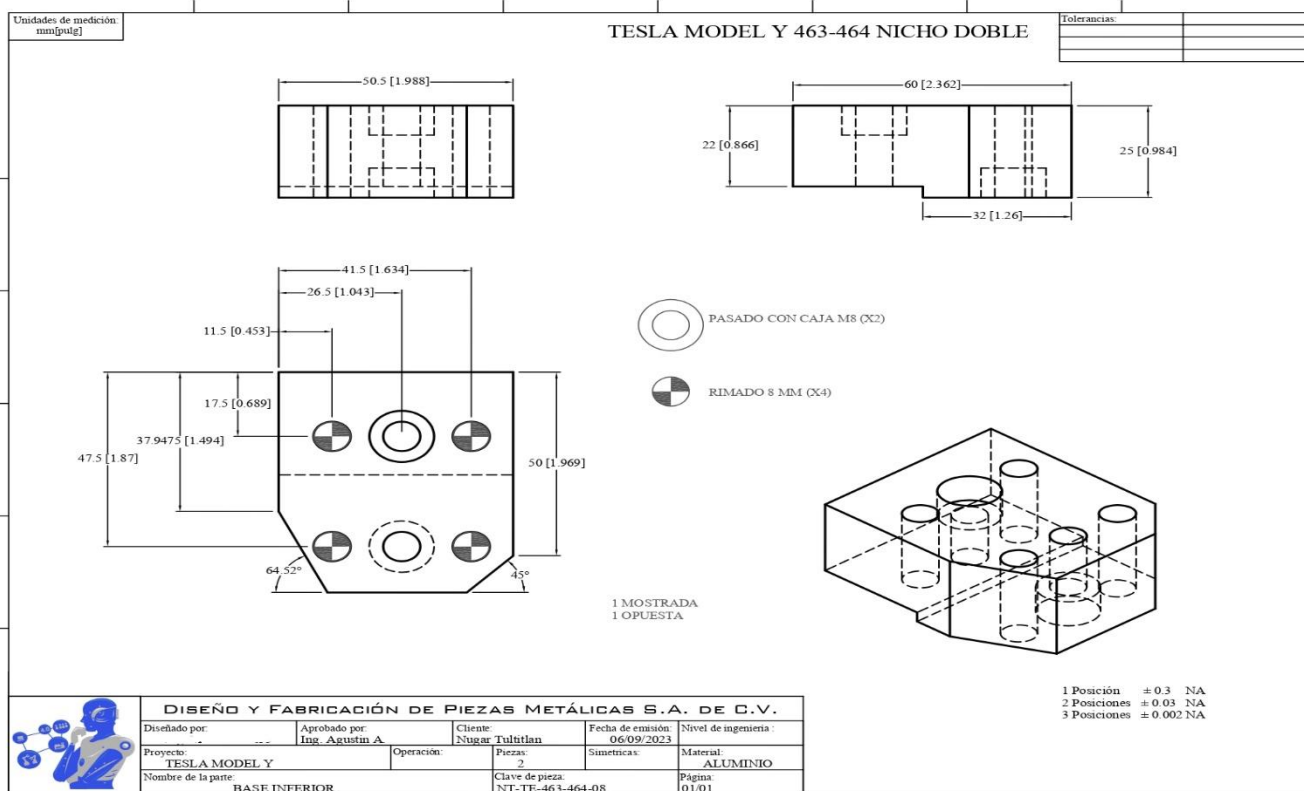
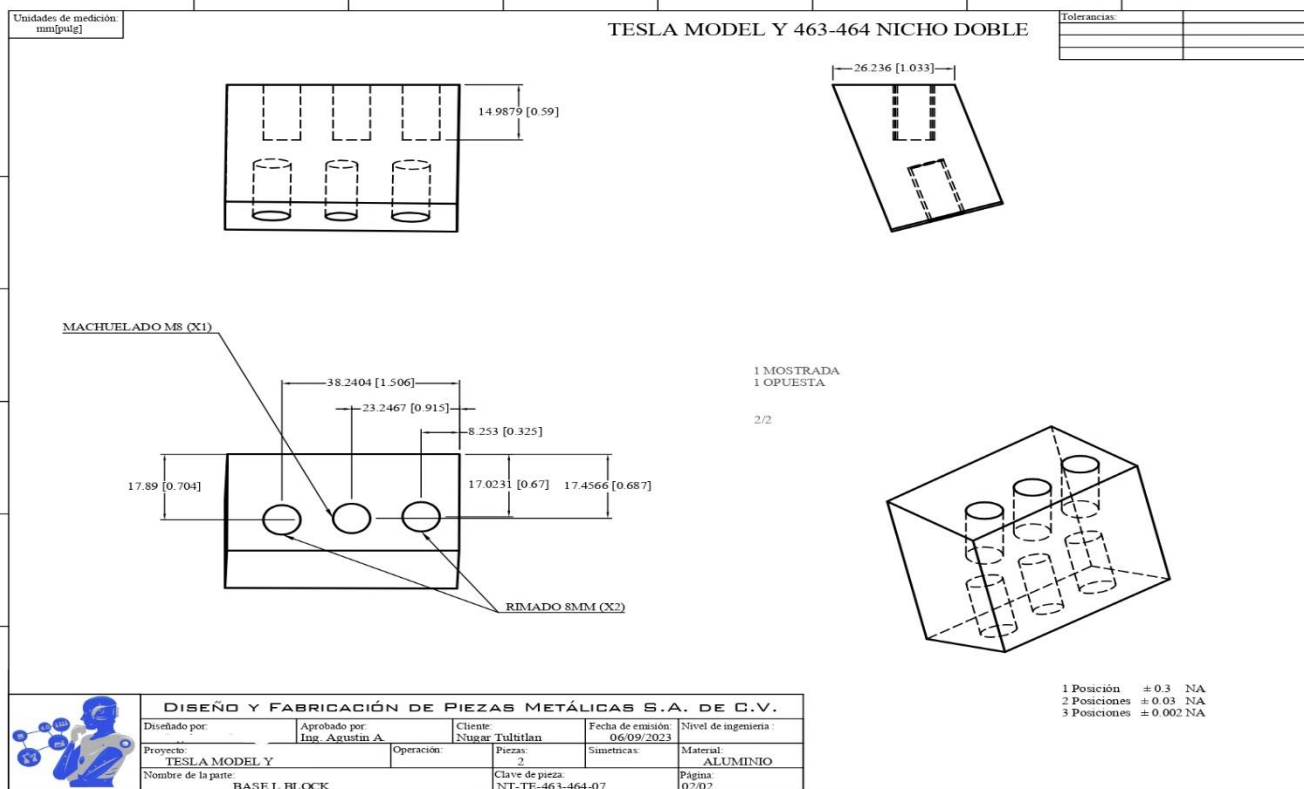
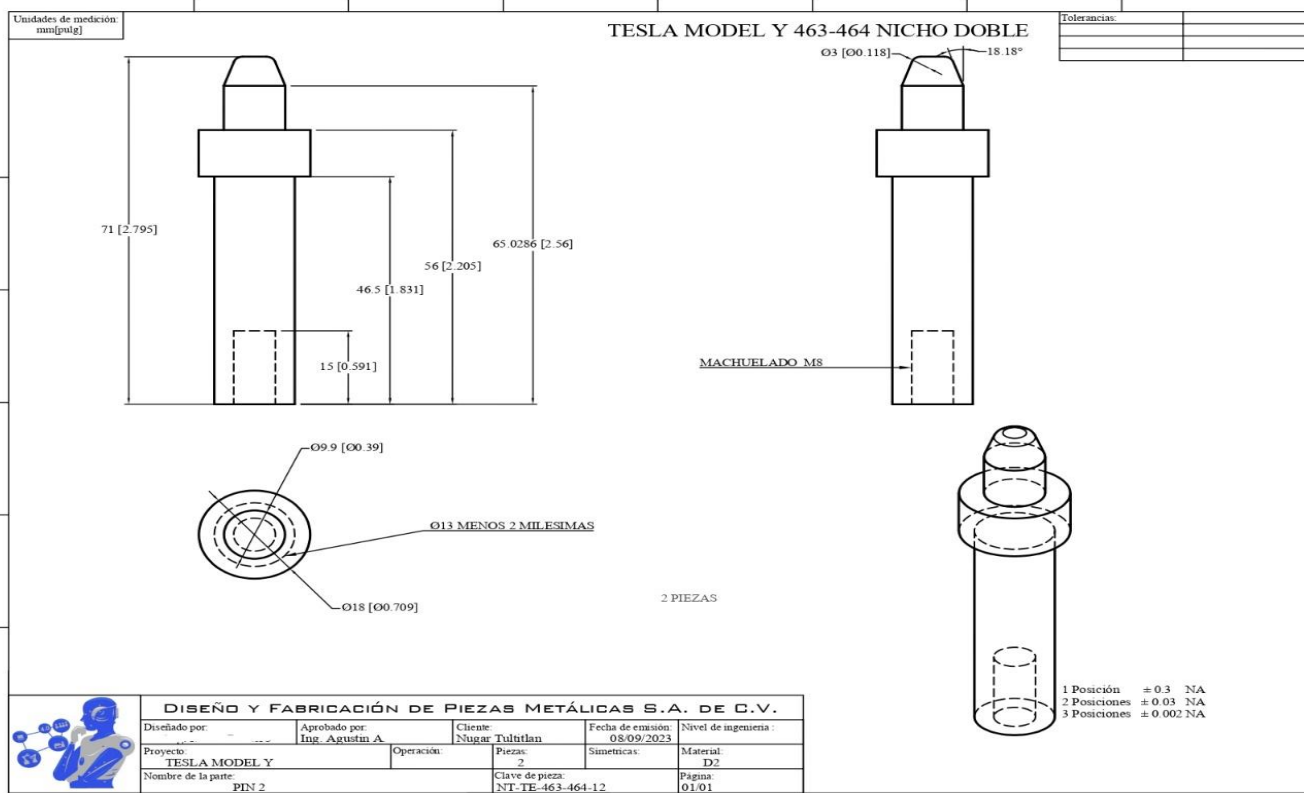


Imagen 23, Representación de la base inferior del Tooling



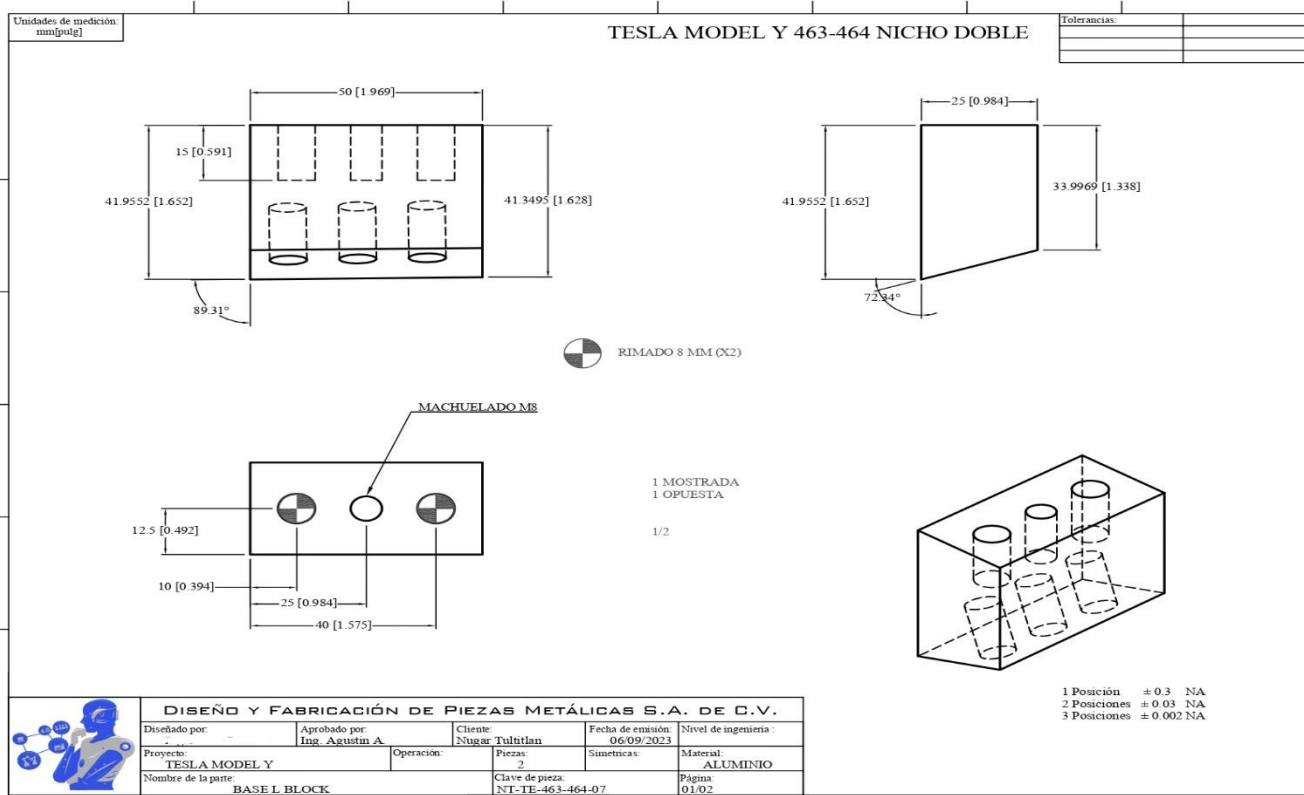


Imagen 26, Representación de la base L-Block del Tooling

Todas estas piezas fueron echas en base a la normativa NAMMS la cual se puede ver en el marco teorico, a continuacion se aprecia la placa de alumio que se utilizo, a la misma se le asignaron coordenadas para la barrenación y colocación de las múltiples piezas en el lugar asignado para así mandar a maquinar la placa base donde se realizará el proyecto.



Ilustración 13. Placa base

Una vez terminada y barrenada se avellano cada hoyo para tener mejor aspecto, posterior a esto se pulió con una lija 320, pasar a 400 y terminar con 600 para dejar un efecto tipo espejo sobre la placa metálica como se puede ver en la ilustración 2.



Ilustración 14. Placa base pulida

Las piezas que son colocadas sobre la placa se fijan a la misma por medio de 2 pernos y un tornillo M8.

Lista de partes e identificación de componentes

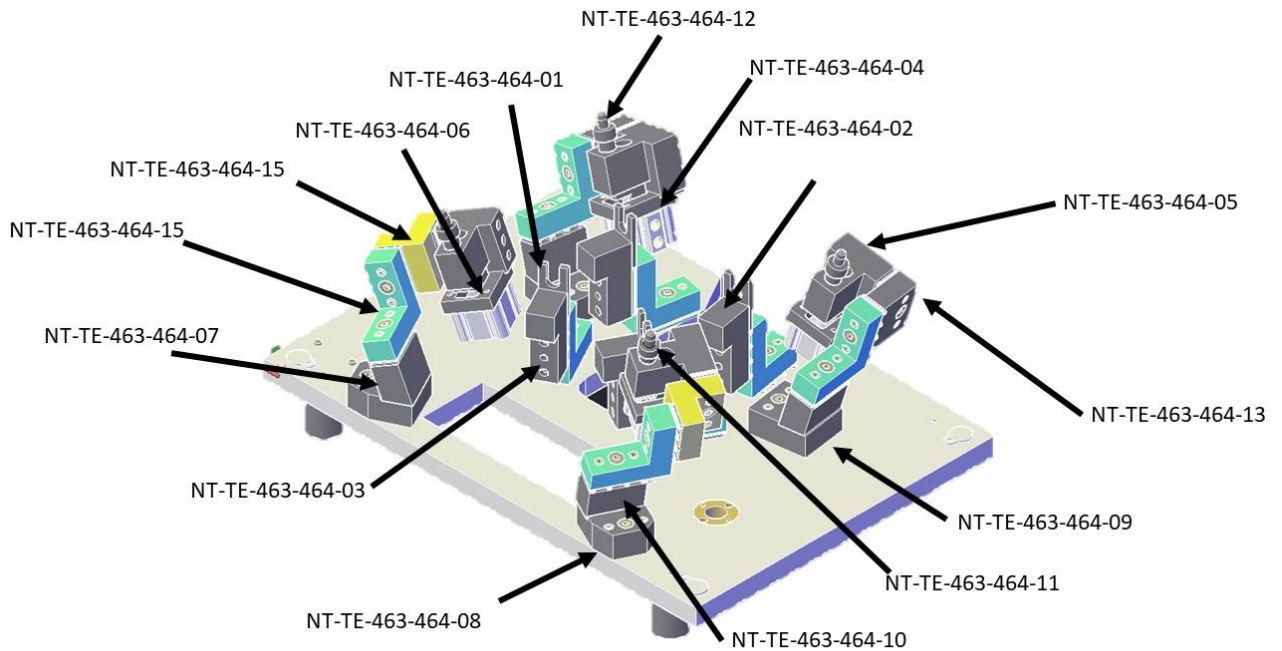


Ilustración 15. Ubicación de piezas por código

A cada pieza se le asigna un código, como se ve en la ilustración 14, para que al armarlo sea más fácil la ubicación dentro del diseño en AutoCAD y evitar errores en su ensamblado.

En la siguiente tabla se ubican las piezas junto con su código, material de fabricación y la cantidad por elemento.

Ítem	Nombre	Pieza	Cantidad	Material
1	PORTASENORES	NT-TE-463-464-01	4	ALUMINIO
2	ACENTAMIENTO A	NT-TE-463-464-02	2	ALUMINIO
3	ACENTAMIENTO B	NT-TE-463-464-03	2	ALUMINIO
4	PORTACILINDRO	NT-TE-463-464-04	4	ALUMINIO
5	PORTA PIN	NT-TE-463-464-05	4	ALUMINIO
6	ACENTAMIENTO PIN	NT-TE-463-464-06	4	ALUMINIO
7	BASE L BLOCK	NT-TE-463-464-07	2	ALUMINIO
8	BASE INFERIOR	NT-TE-463-464-08	2	ALUMINIO
9	BASE INFEIORO 2	NT-TE-463-464-09	2	ALUMINIO
10	BASE L BLOCK	NT-TE-463-464-10	2	ALUMINIO
11	PIN	NT-TE-463-464-11	2	D2
12	PIN 2	NT-TE-463-464-12	2	D2
13	BASE PORTA PIN	NT-TE-463-464-13	2	ALUMINIO
14	V BLOCK ALB100M	NT-TE-463-464-14	2	ACERO 1018
15	L BLOCK ALB50M	NT-TE-463-464-15	8	ACERO 1018
16	PISTON	NT-TE-463-464-16	4	
17	PLACA BASE	NT-TE-463-464-18	1	ALUMINIO

Tabla 2. Lista de Partes del Tooling

Las herramientas que se utilizaron fueron unos punzones que contenian el abecedario con numeros del 1 al 10, un martillo y una prensa para sujetar la pieza.

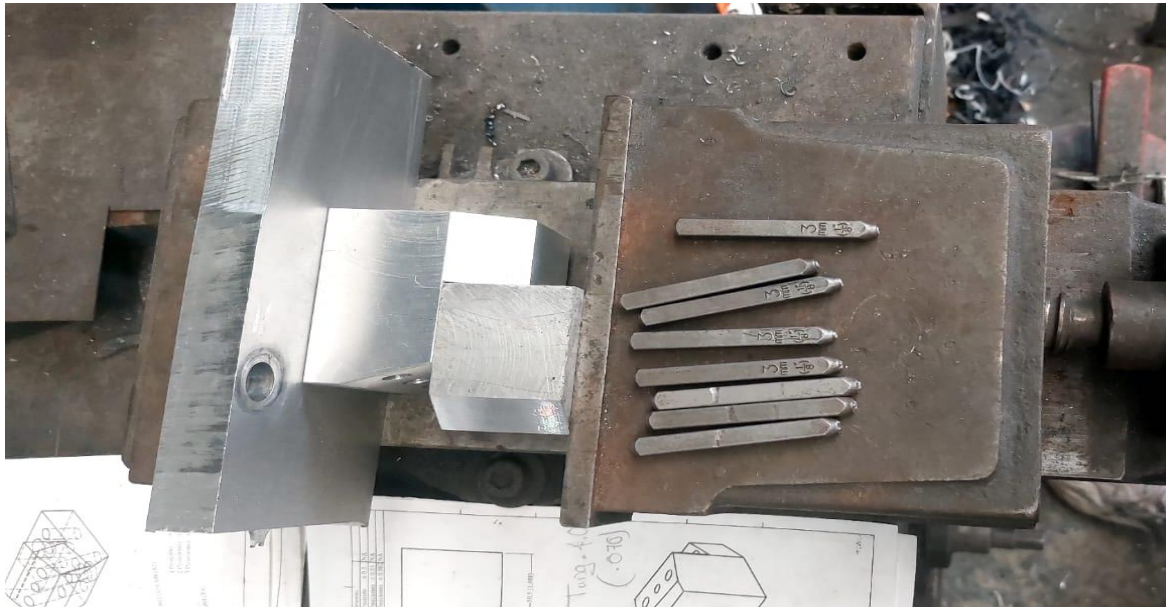


Ilustración 16. Proceso de marcado de piezas

Se marco cada pieza, como se puede observar en la ilustracion 15, para asi tener un mayor orden a la hora de ensamblar cada una de ellas, esto tambien sirve para que a la hora de darles mantenimiento o si alguna de las piezas sufriera algun daño se identifique con facilidad de que proyecto es y la pieza a maquinar.

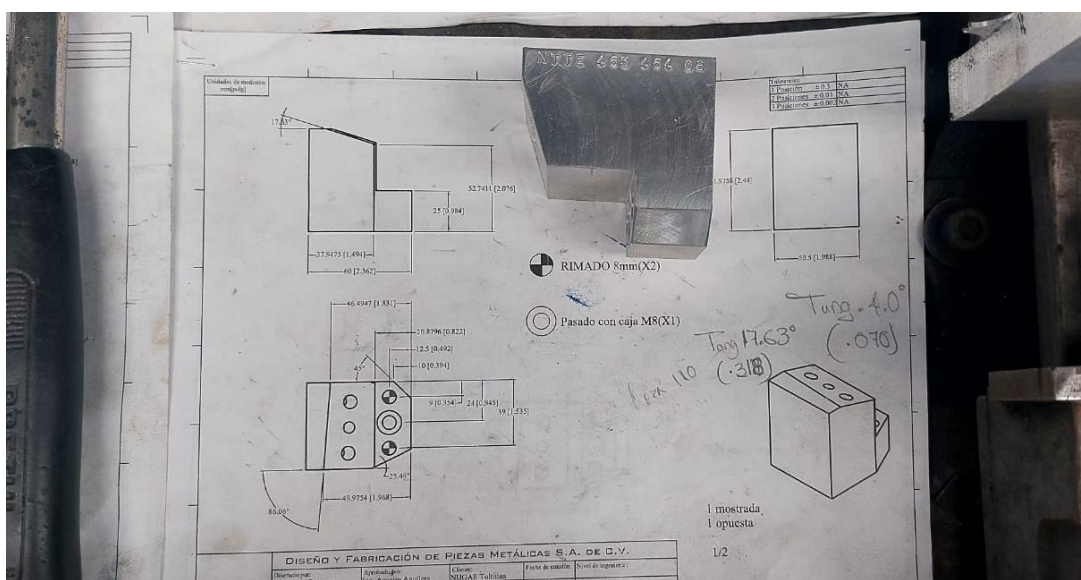


Ilustración 17. Muestra de pieza ya maquinada y marcada



Ilustración 18. Muestra de pistón empleado

El cilindro mostrado en la ilustración 18 es modelo SDA32 como el que se muestra en la ilustración 19. Para el proyecto se emplearon 4(con sus respectivas electroválvulas de doble efecto) los cuales cumplirían la función de empujar las piezas para ser retiradas con facilidad una vez cumplida la tarea.

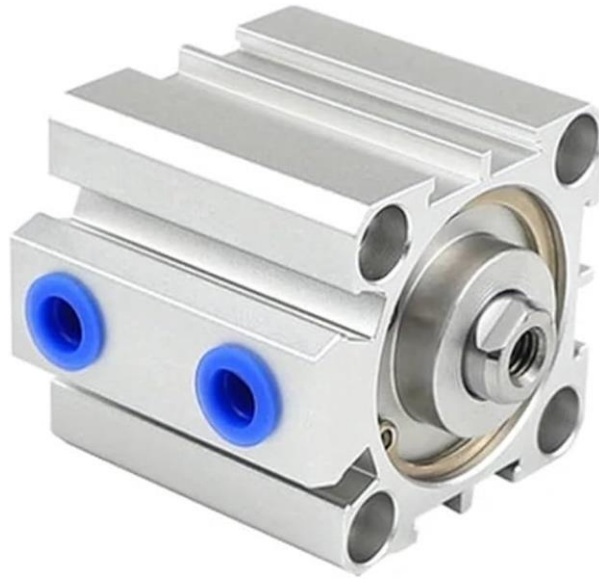


Ilustración 19. cilindro neumatico SDA32

Estación de Soldadura TESLA

Al terminar con el proyecto *TESLA model Y 463 464 nicho doble* y que haya sido aprobado se participó en el desarrollo de otro proyecto, a diferencia de que el proyecto TESLA model Y 463 464 nicho doble que se desarrolló desde cero y se tenía acceso a los planos, en este proyecto no teníamos el acceso a los planos ni a programación.

Se desarrollo la tarea de barrenar la placa de metal de acuerdo con el diseño realizado en el programa de AutoCAD, como se muestra en la ilustración 20, una vez finalizada la labor se machuelo para la colocación de tornillos y poder instalar manómetros, el IO-Link, sensores, pistones, conexiones de agua, placas, válvulas de aire, ente otros más materiales.



Ilustración 20. Ejemplo de barrenado de la estacion

Así mismo con la ayuda de un diagrama se colaboro al marcado y conexión de las entradas y salidas del PLC en la siguiente ilustracion se muestra como se concluyo con el tablero electrico el cual se muestra en la ilustracion 21.

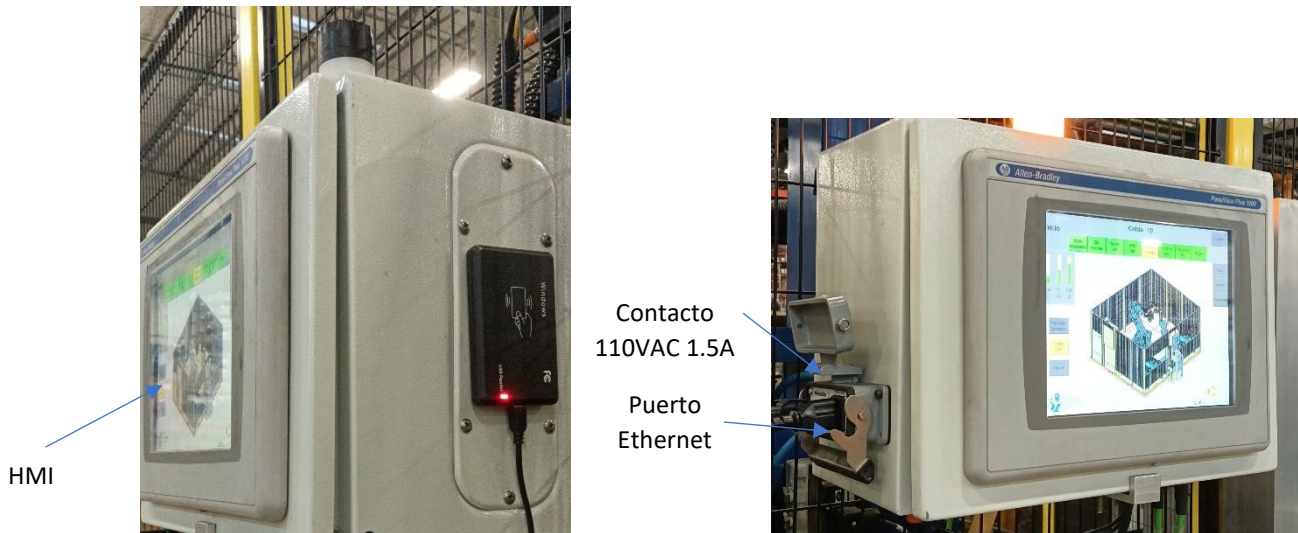


Ilustración 21. Tablero electrico de estacion

En el área eléctrica se empleó un transformador con salida de 440 V, HMI, una fuente de 24VCD para alimentar sensores y elementos de control. En la parte neumática se usaron electroválvulas biestables, pistones, unidad de mantenimiento y un sensor de presión de aire.

Identificación de los componentes del Panel view

En el panel view se comprendió con un documento su funcionamiento, a continuación, se da una breve explicación de cómo tiene que ser su manipulación para comenzar con la producción.



Las ilustraciones anteriores son de referencia para poder comprender la conexión del HMI y como sería instalado.

Encendido de Estación.

Para encender la estación y comenzar la producción se deben verificar los siguientes puntos:

- ⚙ Encender controles.
- ⚙ Encender servicios.
- ⚙ Revisar parámetros (HMI).

A continuación, se da una breve explicación de estos puntos, cabe destacar que algunos controles solo están habilitados para el personal de mantenimiento y este solo puede acceder usando su tarjeta personal RFID.

Encender controles.

Para el encendido de controles es necesario girar el interruptor del control ARO y el tablero del PLC, en la siguiente ilustración se muestra la ubicación de estos:

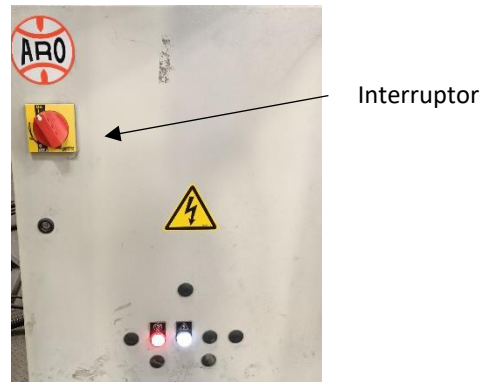


Ilustración 22 representativa de un tablero eléctrico

Acceso de usuario de mantenimiento (HMI).

Para acceder a las funciones de mantenimiento es necesario que un usuario ya registrado presione el botón de “LOGIN” ubicado en todas las pantallas del HMI en la esquina superior izquierda y después coloque su tarjeta de acceso a planta en el lector RFID ubicado a un costado del HMI, al hacer esto y si el usuario es válido se desbloquearan las funciones de mantenimiento. Es importante saber que el usuario solo será válido por 5 minutos, después de esto es necesario volver a ingresar usuario.

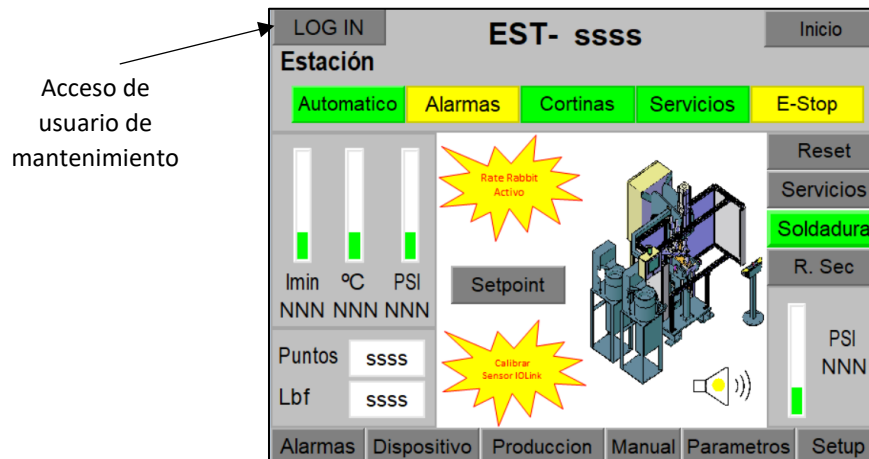


Ilustración 23. Representación de interfaz

Pantalla de estatus general.

A continuación, se da una explicación de los elementos que conforman la pantalla de estatus general, la cual es visible en todas las pantallas del HMI.

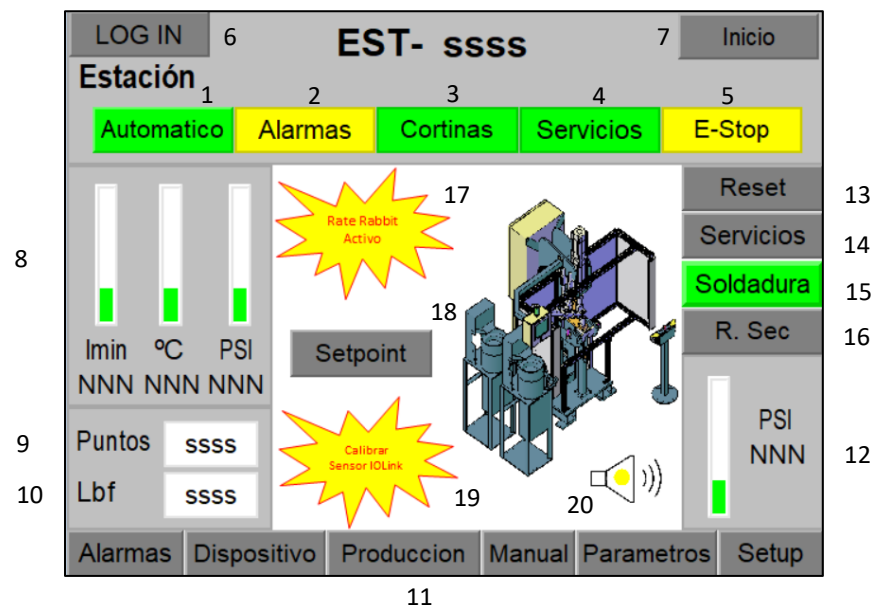
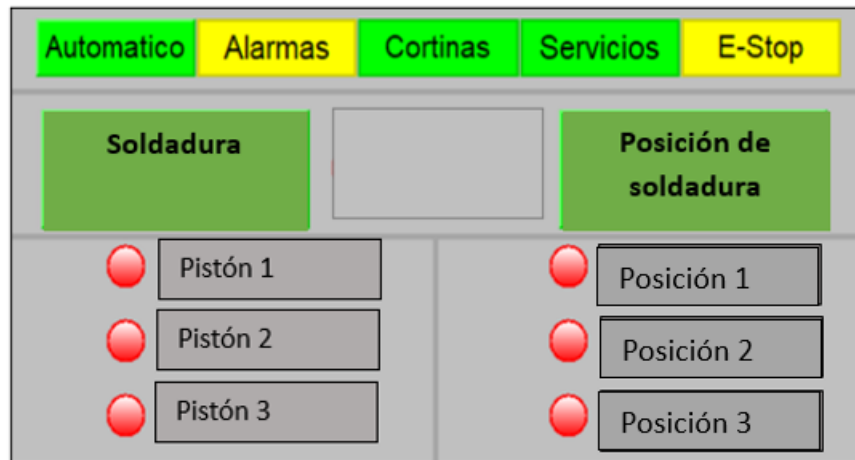


Tabla 3. Elementos visibles de un HMI

Ítem	Nombre	Descripción
1	Modo Manual	Activa las funciones de uso manual en la celda.
	Modo Automático	Permite la producción de manera automática.
2	Alarmas OK	Indica que no se tienen alarmas activas.
	Alarmas Activas	Indica que la celda presenta alarmas.
3	Cortinas OK	Cortinas OK.
	Cortinas obstruidas	Cortinas obstruidas.
4	Servicios OK	Servicios presentes (Agua, Aire, Temperatura).
	Sin Servicios	Sin servicios.

5	E-Stop	Paro de emergencia.
6	LOGIN	botón para acceso a usuarios registrados
7	Inicio / Estación	botón para cambio de pantalla
8	Panel de estatus de servicios	Muestra a tiempo real la cantidad de agua, aire y temperatura en la estación
9	Contador de puntos	Muestra la cantidad de puntos soldados en total
10	Indicador de fuerza	Muestra un estimado de la fuerza que aplica el cilindro
11	Panel de pantallas	Da acceso a cada una de las pantallas
12	Presión de trabajo	Muestra la presión de trabajo a la que actúa el cilindro
13	Reset	Botón para restablecer alarmas y defectos de soldadura
14	Servicios	Botón para el encendido de los servicios
15	Soldadura	Botón para habilitar / deshabilitar soldadura
16	R. Sec	Botón para reiniciar las secuencias del proceso
17	Indicador Rate Rabbit	Indica que la prueba de "Rate Rabbit esta activa y debe realizarse siguiendo los pasos descritos en el manual de producción
18	Setpoint	Botón para la calibración del sensor inductivo IOLink
19	Indicador Sensor IOLink	Indica que es necesario calibrar el sensor IOLink siguiendo el proceso indicado en el manual de mantenimiento
20	Sonido	Botón para habilitar / deshabilitar la alarma audible de la torreta

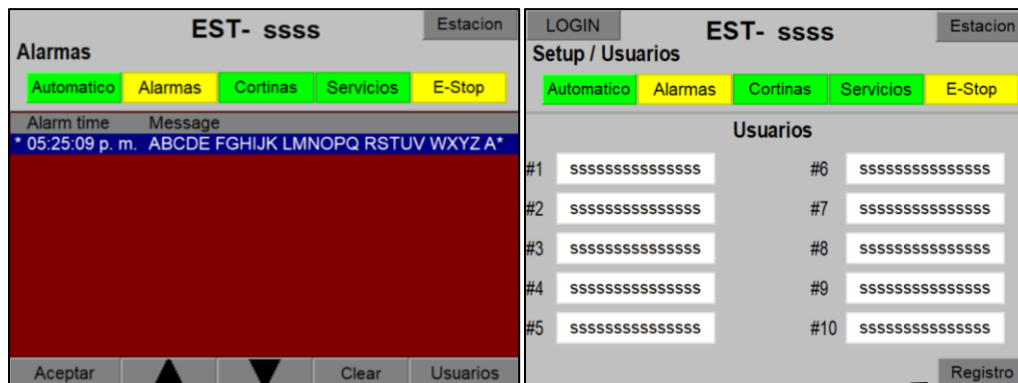
La HMI cuenta con una pantalla la cual muestra el estatus actual de los dispositivos conectados con la cual el operador pueden auxiliarse en dado caso de hacerlo manual



Usuarios

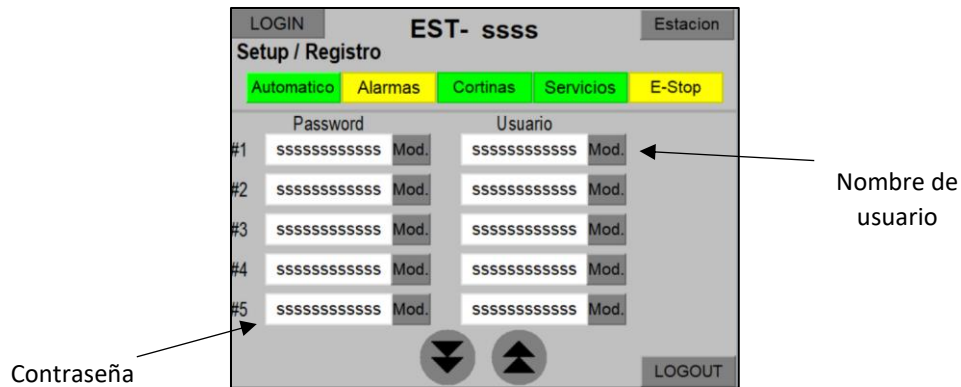
En la pantalla de alarmas se encuentra el acceso directo para visualizar los usuarios dados de alta, el acceso se encuentra en la parte inferior derecha, al ingresar se muestra una pantalla con los usuarios válidos para la manipulación de las funciones avanzadas.

Para dar de alta usuarios nuevos es necesario que alguien ya registrado introduzca su clave y configure los nuevos usuarios accediendo a la pantalla de registros ubicada en la parte inferior derecha de la pantalla de usuarios.



Acceso a lista de usuarios

Acceso a registro de usuarios



Realiza el proceso de soldadura en 4 puntos diferentes entre 3 piezas, la paca donde están los elementos se mueve con la ayuda de un pistón neumático y se emplean transformadores de 440 V(unidos a piezas de cobre) para soldar los componentes. El HMI utilizado fue SIEMENS y en este se mostraba el estado de la maquina y que elementos estaban activos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS



Ilustración 24. Tooling finalizado



Ilustración 25. Pieza de trabajo

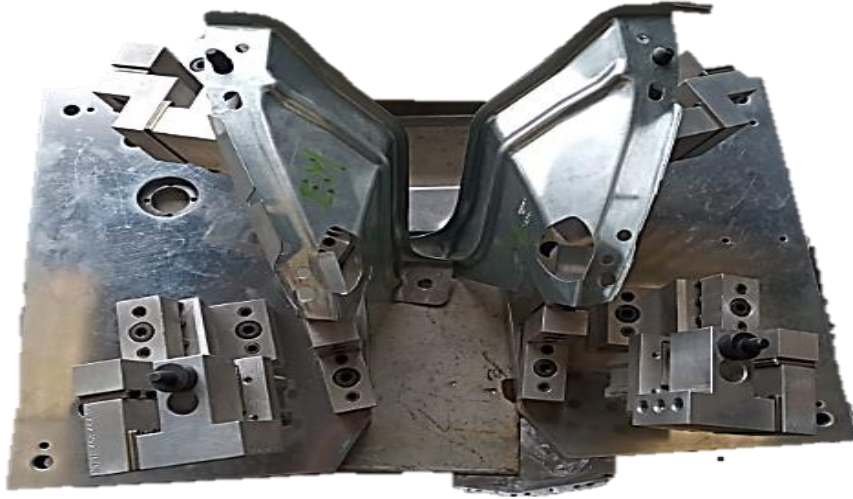


Ilustración 26. Vista superior de tooling

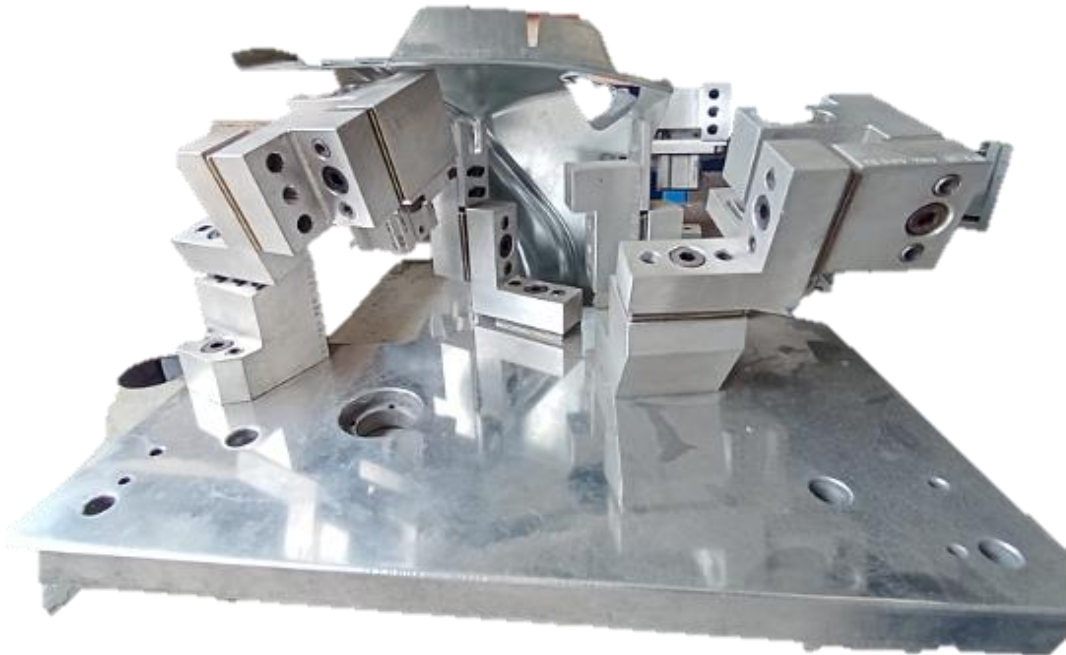


Ilustración 27. Vista lateral de tooling

En la ilustración 27 se tiene una visión lateral del tooling dejando ver elementos basados en las normas naams(ALB100M y ALB50) y los soportes de los sensores inductivos que serían empleados para detectar la pieza y colocar la tuerca a soldar.

En la ilustración 24 se ve el tooling ya ensamblado (los componentes electrónicos serian colocados una vez haya sido instalado en planta) mientras que en la ilustración 26 se tiene una vista superior con las piezas simétricas (véase ilustración 25) con las cuales se trabaja en planta.



Ilustración 28. Tooling con piezas de prueba

CONCLUSIONES

Al término de este periodo de estadía de prácticas profesionales se logró satisfactoriamente cumplir los objetivos del proyecto, se diseñó y armó un tooling que es capaz de mantener 2 piezas simétricas fijas al soporte para así permitir el proceso de soldadura de tuercas. Como primer elemento a resaltar es que se consideraron las propiedades y características de los materiales con los que se estaría trabajando, desde aluminio, acero, etc.

Se implementaron softwares como solidworks y AutoCAD para el dibujo y diseño de elementos mecánicos, también para la simulación del funcionamiento del tipo de pistón que se emplearía.

Para el maquinado de piezas se usó maquinaria como tornos, fresadora y CNC, para la selección de la herramienta se consideraron las características y tipo de acabados que tiene cada pieza.

En cuanto a la selección de neumática y sensores se consideró las propiedades físicas de las piezas y el material del cual está hecha la pieza en cuestión, pues se implementaron sensores tipo PNP inductivos.

OBJETIVOS EDUCACIONALES



AE1

Se identifiqué que la problemática a resolver iba de la mano con el control de calidad y optimización de procesos en el área de soldadura de piezas para un automóvil de la marca TESLA.

AE2

Se estableció la necesidad de automatizar el proceso por medio de la información dada junto con el proyecto mecatrónico.

AE3

Se interpreto correctamente la información dada por la empresa acerca de los requerimientos y necesidades

AE4

Se tuvo en todo momento una correcta comunicación oral y escrita entre los departamentos de la empresa para llevar a cabo el proyecto.

AE6

Se integraron satisfactoriamente los conocimientos adquiridos acerca del área de interés durante la estancia dentro de la empresa

AE7

Se desarrollo en tiempo y forma cada proceso del proyecto, desde diseño de elementos, selección de componentes hasta barrenación de placa y colocación de componentes.

AE8

Con este proyecto se busca innovar en el sector automotriz, perfeccionando sistemas y mejorando procesos de producción en dicha área.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- García Moreno, R. (2019). Proceso de reconfiguración de la industria automotriz mundial tras la crisis económica de 2009. *Economía UNAM*, 16(48), 191-212.
- Systems, I. (2022, 18 agosto). NAAMS ¿Qué es y para qué sirve? IARM Systems. <https://iarmsystems.com/diseno/naams>
- Pei, E., Kabir, I., Breški, T. et al. A review of geometric dimensioning and tolerancing (GD&T) of additive manufacturing and powder bed fusion lattices. *Prog Addit Manuf* 7, 1297–1305 (2022). <https://doi.org/10.1007/s40964-022-00304-8>
- Pustjens, J. (2024, 18 enero). Válvula de control direccional - cómo funcionan. Tameson.es. <https://tameson.es/pages/valvula-de-control-direccional-como-funcionan>
- Coban Engineering - www.cobanengineering.com. (s. f.). Sistema ISO Tolerancia, límites y ajustes, ISO 286, ANSI, IE, ES, EI, desviación fundamental, símbolo de tolerancia, límites del eje, límites hole. Copyright © 2010-2019, Coban Engineering All Rights Reserved. https://www.cobanengineering.com/Tolerancias/Sistema_de_la_Tolerancia.asp
- Gutiérrez, G. (2023, 8 noviembre). GD&T Tolerancias Geométricas y Dimensionales | SPC Consulting Group. SPC Consulting Group | Expertos en capacitación y consultoría para la mejora continua y gestión de la calidad. <https://spcgroup.com.mx/gdt/>
- Salvador, A. G. (1988). Introducción a la neumática (Vol. 11). Marcombo.
- Pei, E., Kabir, I., Breški, T., Godec, D., & Nordin, A. (2022). A review of geometric dimensioning and tolerancing (GD&T) of additive manufacturing and powder bed fusion lattices. *Progress in Additive Manufacturing*, 7(6), 1297-1305.
- Andrés Martínez, Á., García Sánchez, E., & Sáenz Nuño, M. A. (2011). Nueva normativa sobre tolerancias dimensionales. Un diseño nuevo.
- Raffino, M. E. (2020, Julio 27). Concepto. Diseño. Recuperado Junio 01, 2021, de concepto.de/diseno/
- Gay, A., & Samar, L. (2007). El diseño industrial en la historia (reimpr.). Ediciones Tec
- Perez Garcia, Ma. C. (2017). FUNDAMENTOS DE LA SOLDADURA POR PUNTOS. http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R72_A2.pdf#:~:text=a%20soldadura%20por%20resistencia%20el%C3%A9ctrica%20por%20puntos,que%20ofrecen%20los%20materiales%20al%20paso%20de
- Higuera, A. G. (2005). El control automático en la industria (Vol. 48). Univ de Castilla La Mancha.
- Miranda, A. V. (2007). La industria automotriz en México: Antecedentes, situación actual y perspectivas. *Contaduría y administración*, (221), 209-246.
- Mancuzo, G. (2022, 19 diciembre). ¿Qué es una unidad de mantenimiento o FRL? Blog - ComparaSoftware. <https://blog.comparasoftware.com/unidad-de-mantenimiento/>

- Nolla, X. (2023, 24 noviembre). ¿Cómo funciona IO-Link? - blog de WIKA. Blog de WIKA. https://www.bloginstrumentacion.com/knowhow/cmo-funciona-io-link/?doing_wp_cron=1706586758.0801179409027099609375
- Anónimo. (2021, 3 agosto). ¿Qué es IO Link y para qué sirve? Instrumcontrol. https://instrumcontrol.com/que-es-io-link-y-para-que-sirve/#Que_es_IO_Link
- Barrera, D., Calderón, P., y Bohórquez, C. (2014). Influencia del temple desde temperaturas intercríticas y el revenido en las propiedades mecánicas de tensión y dureza en un acero AISI-SAE 1018. *Tekhnê*, 11(1), 27–34. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tekhne/article/view/8949>
- Alvarez Zuñiga, E., & Ramirez Perez, M. (2013, 24 mayo). ACERO 1018. SCRIBD. <https://es.scribd.com/doc/143331417/Presentacion-final-acero-1018>
- Romero, A. (2023, 3 octubre). La Ingeniería mecatrónica impulsa la automatización. UTAN. <https://www.utan.edu.mx/blog/index.php/la-ingenieria-mecatronica-impulsa-la-automatizacion>