



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

Empresa:

Mondragón Assembly S.A. de C.V.

“Diseño mecánico de una estación para el fresado de tarjetas pcb de clima automotriz, mediante ingeniería asistida por computadora para la industria BHTC.”

Carrera:

Ingeniería Mecánica

Presenta:

Cristhian Alejandro Álvarez del Rio

Asesor interno:

Ing. Juan Carlos Niños Torres

Asesor externo:

Ing. Juan Ignacio Gruceta

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Diciembre 2017

INTRODUCCIÓN

Mondragon Assembly es un grupo internacional especializado en el desarrollo de soluciones de automatización y de ensamble, esta empresa pertenece a una rama específica de trabajo la cual se dedica a realizar máquinas de maquinaria especial como lo puede ser para los campos automotriz, medico, cosméticos, electrodomésticos, energía solar, etc. a otras industrias que necesitan modificaciones en sus procesos de producción de ensamblado ó elaboración de diversos componentes, a este tipo de industria se le conoce con el nombre de integradora, debido a que su objetivo principal es elaborar una máquina integrando partes comerciales, partes diseñadas, equipos programables, equipos especiales, entre otros.

Dentro de la empresa es necesario conjugar diferentes conocimientos: el diseño, el conocimiento de proveedores de material (piezas comerciales y piezas maquinadas) las propiedades de los materiales a maquinar, además de considerar la geometría de la pieza a maquinar debido a que no todo lo que se puede dibujar en un software de CAD es siempre maquinable o en muchos casos es demasiado costoso poder realizar piezas complejas en lugares donde puede existir una mejor solución más sencilla, así que, como diseñador de una máquina uno puede plantear cualquier solución de diseño siempre y cuando la solución sea posible además de ser la forma más eficiente de diseño, esto quiere decir que sea económico pero a la vez pueda cumplir perfectamente con los requisitos que demanda su uso.

Hoy en día los problemas en las diferentes industrias aparecen frecuentemente, esto debido a la necesidad de poder competir en el mercado y poder realizar mayor número de productos en el menor tiempo posible; la solución a este problema puede ser una labor tan sencilla o compleja como el proceso o la ambición de la empresa lo desee, la responsabilidad de los ingenieros para poder resolver estos problemas es de gran importancia. Para poder resolver los problemas de producción en las maquinas es necesario mezclar una gran cantidad de áreas de ingeniería, así que, la solución se logra de manera conjunta con los conocimientos de las diferentes áreas de la ingeniería como lo es: programación, eléctrica, mecánica, maquinados, metrología, etc.

BHTC México es una empresa alemana líder en la producción de tarjetas electrónicas y ensamble de piezas plásticas para la fabricación de módulos de control de clima, en BHTC es necesario generar cada cierto tiempo diversos modelos de tarjetas PCB'S; debido a la gran cantidad de modelos de automóviles a los que le trabaja y por medio de la experiencia con la que cuenta dicha empresa en la fabricación de tarjetas PCB's se han dado cuenta que en el proceso es necesario evitar ó minimizar los errores de corte de los PCB debido a que esto lleva consigo el daño de las tarjetas, por lo cual optó por encargar a Mondragón Assembly a que se elaborara una máquina que logre minimizar los errores de corte que el operador ocasiona hacia la PCB.

Contenido

CAPITULO 1	1
JUSTIFICACION Y OBJETIVOS	1
1.1 PROBLEMÁTICA DEL PROYECTO.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO “DISEÑO MECÁNICO DE UNA ESTACIÓN PARA EL FRESADO DE TARJETAS PCB DE CLIMA AUTOMOTRIZ, MEDIANTE INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA PARA LA INDUSTRIA BHTC.”	3
CAPITULO 2	5
GENERALIDADES.....	5
2.1.- ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	6
2.2 ÁREA EN LA QUE SE VA A DESARROLLAR EL PROYECTO	15
2.3 DEPARTAMENTO DE DISEÑO MECÁNICO	16
2.4 PROBLEMA A RESOLVER.....	16
2.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	17
CAPITULO 3	18
MARCO TEORICO.....	18
3.1 CONCEPTO DE ESFUERZO.....	19
3.2 DEFORMACIONES DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGA AXIAL	20
3.3 DISEÑO MECÁNICO	21
3.4 EL PROCESO DE DISEÑO	22
3.5 Consideraciones para diseño mecánico.....	25
3.6 Herramientas Y Recursos De Diseño	26
3.7 Solidworks ®	28
3.8 Reglas Adicionales Para El Dimensionamiento	29
CAPITULO 4	35
PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	35
4.1 Conceptos Teóricos Y Cálculos Realizados	36
4.2 Materiales a utilizar	36
4.3.- ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	37
4.4.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	37
4.5.- DISEÑO DE BANCADA.....	37

4.6.- DISEÑO DE LA BASE.....	40
.....	41
4.7.- DESCRIPCIÓN DE PUESTO	42
4.8.- SECUENCIA DE OPERACIÓN:	44
CAPITULO 5	50
RESULTADOS Y CONCLUSIONES	50
5.1 RESULTADOS	51
5.2.- CONCLUSIÓN.....	60
FUENTES DE INFORMACION.....	61
ANEXOS	62
Materiales y tratamientos.....	63

INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1.- PARQUE INDUSTRIAL INNOVACION QUERETARO	12
IMAGEN 2.- UBICACION DEL ESTADO DE QUERETARO	12
IMAGEN 3.- UBICACION DE MONDRAGON ASSEMBLY	13
IMAGEN 4.- ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA	14
IMAGEN 5.- ORGANIGRAMA DEL AREA DE DISEÑO MECANICO	15
IMAGEN 6.- LAY OUT DE LA OFICINA	15
IMAGEN 7.- ESFUERZO AXIAL EN ELEMENTOS.....	19
IMAGEN 8.- DEFORMACION EN UN ELEMENTO	20
IMAGEN 9.- ETAPAS DEL DISEÑO	23
IMAGEN 10.- TOLERANCIAS GEOMETRICAS.....	34
IMAGEN 11.- PCB.....	37
IMAGEN 12.- Propiedades geométricas del perfil 45X45.....	38
IMAGEN 13.- Perfilería de bancada.....	38
IMAGEN 14.-Propiedades mecánicas de perfil Bosch.....	39
IMAGEN 15.- Simulacion en solidworks de placa base	40
IMAGEN 16.- 1101 ROUTER	41
IMAGEN 17.- FIXTURE	42
IMAGEN 18.- COMPONENTES PRINCIPALES.....	43
IMAGEN 19.- CARGA DE PRODUCTO.....	44
IMAGEN 20.- SISTEMA DE SEGURIDAD	45
IMAGEN 21.- SISTEMA DE SEGURIDAD	46
IMAGEN 22.- POSICION INICIAL	47
IMAGEN 23.- POSICION VERTICAL.....	47
IMAGEN 24.- CORTE	48
IMAGEN 25.-MECANISMO MOVIL DE BOQUILLA.....	49
IMAGEN 26.- BANCADA.....	51
IMAGEN 27.-CIERRE	52
IMAGEN 28.- HERRAMENTAL	53
IMAGEN 29.- MAQUINA DE FRESADO.....	54
IMAGEN 30.- PLATINA NEUMATICA.....	55
IMAGEN 31.-NIDO PALLET.....	55
IMAGEN 32.- VISTA FRONTAL DE MAQUINA DE FRESADO 1	56
IMAGEN 33.- VISTA FRONTAL DE MAQUINA DE FRESADO 2	57
IMAGEN 34.- VISTA LATERAL DE MAQUINA DE FRESADO	58
IMAGEN 35.- VISTA TRASERA DE MAQUINA DE FRESADO.....	59

AGRADECIMIENTOS

Doy un especial agradecimiento a mis padres y hermano que siempre me han apoyado en mi proyecto de vida, por todo el apoyo tanto moral, económico y por supuesto académico que me han brindado de manera incondicional, por brindarme la oportunidad de realizar día con día nuevos retos y metas, por todos los sacrificios que juntos pasamos para poder llegar a este momento de éxito.

Agradezco también a los maestros que me brindaron de su experiencia y conocimientos en el área; a lo largo de todos los semestres de la carrera conocí un sin número de maestros que no solamente me apoyaron en adquirir conocimientos, sino que también nos brindaron platicas motivacionales que me sirvieron para poder guiarme en el buen camino y por supuesto a no desistir de mis objetivos.

Agradezco a la institución en donde logré concluir de manera exitosa la carrera de ingeniería mecánica, por brindarme la oportunidad de realizar visitas a centros de investigación fuera del estado, lo cual me inspiró a seguir adelante en este camino que tengo por delante.

CAPITULO 1

JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

1.1 PROBLEMÁTICA DEL PROYECTO

Aunque Mondragón Assembly México cuenta con 15 años de antigüedad, la empresa MONDRAGON tiene su origen en España y cuenta con poco más de 40 años de experiencia en el mercado desde su fundación. En este caso se propone diseñar una máquina que sea capaz de eliminar las fallas de los operadores al cortar los pallets de PCB's estas tarjetas luego servirán para ser ensambladas en los sistemas de clima de los automóviles, se propone para este problema diseñar una máquina de fresado en donde el sistema de control principal será controlado por medio de guías, sensores de presencia, sensores de presión, actuadores neumáticos, servomotores, etc., todo esto con la intención de controlar el movimiento preciso del cortador, además se debe considerar que el cortador arroje la viruta hacia bajo de la placa, debido a que los PCB's son muy sensibles a la carga estática se tiene considerado utilizar materiales antiestáticos en los nidos, la máquina debe tener un sistema de aspiración de residuos para evitar que existan interferencias en el proceso y así procurar tener el sistema lo más limpio posible, además, el operador necesita poder interactuar con una pantalla HMI para poder ver en qué parte del proceso está el fresado e identificar el fallo caso de que el proceso sea malo.

La empresa BHTC plantea como problema en la producción de sus tarjetas PCB el daño de estas mismas por estar en contacto directo con el operador y la mala precisión en el corte de las PCB, lo cual ocasiona daños en los circuitos grabados de la PCB para el clima automotriz, así que, le encarga a Mondragón Assembly realizar una máquina que permita mantener un tiempo ciclo bajo y errores casi nulos en el proceso.

Los PCB o también conocidos como tarjetas de circuito impreso por sus siglas en inglés (Printed Circuit Board) fueron inventados por Paul Eister, quien fabricó el primer circuito impreso como parte de un radio alrededor del año 1936, y aproximadamente en el año de 1943 en los Estados Unidos comenzaron a usar esta tecnología a gran escala para fabricar los radios robustos que les servían para comunicarse en la segunda guerra mundial, pero hasta este momento no se utilizaba esta tecnología de circuitos impresos para el uso de electrodomésticos, fue hasta después de la segunda guerra mundial en el año de 1948 cuando Estados Unidos liberó la invención para el uso comercial.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Actualmente las tarjetas PCB se han vuelto parte importante de la tecnología necesaria para la fabricación de microcomponentes y su elaboración requiere de muchos cuidados para evitar dañar el producto, en este caso la máquina que se diseñará deberá poder separar los PCB's a de los pallets sin dañarlos, para ello es necesario tener muchas precauciones así como lo es: mantener la presión del sistema, el tipo de material a utilizar debe sea antiestático para evitar daños al PCB por la carga estática. Es por ello que para la industria BHTC es muy importante que la máquina que se va a diseñar pueda controlar todas estas variables, sea capaz de incrementar el número de productos obtenidos en un tiempo ciclo determinado, y logre minimizar la cantidad de errores provocados por la manipulación del operador.

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO “DISEÑO MECÁNICO DE UNA ESTACIÓN PARA EL FRESADO DE TARJETAS PCB DE CLIMA AUTOMOTRIZ, MEDIANTE INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA PARA LA INDUSTRIA BHTC.”

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño mecánico de una máquina de fresado controlada por medio de un autómatas(PLC) el cual pueda interactuar con el operador por medio de la pantalla HMI que es una interface que se utilizará para tener información del proceso ó dar órdenes a la máquina; aquí el operador puede ver la correcta colocación de la PCB además de corroborar que el procedimiento de fresado del pallet de los PCB's se ha realizado correctamente

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Que la máquina sea capaz de informar y bloquear el procedimiento en caso de que no se cuente con la correcta colocación del pallet.
- Que exista una comunicación grafica con el operador por medio de una pantalla HMI.
- Que exista un mecanismo que bloquee el proceso de la máquina en caso de que exista la introducción de alguna parte del cuerpo o cualquier objeto dentro del proceso mientras se encuentra la máquina trabajando.

- Que la máquina pueda determinar si la pieza es buena o mala al final del proceso
- La máquina debe de contar con un botón de paro de emergencia.

CAPITULO 2

GENERALIDADES

2.1.- ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

El perfil del ingeniero mecánico es demasiado amplio por lo que es posible desarrollarse en diversas áreas de la industria; para el siguiente informe como se ha mencionado anteriormente; el siguiente proyecto fue desarrollado en la empresa Mondragon Assembly, específicamente en el área de diseño.

2.1.1.- ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

MONDRAGON es el fruto del movimiento cooperativo iniciado en 1956, año en que se creó la primera cooperativa industrial en la localidad guipuzcoana de este nombre. Su filosofía de empresa se halla recogida en sus valores corporativos:

- Cooperación.
- Participación.
- Responsabilidad Social.
- Innovación.

La Misión de MONDRAGON aglutina los objetivos básicos de una organización empresarial que compite en los mercados internacionales, con la utilización de métodos democráticos en su organización societaria, la creación de empleo, la promoción humana y profesional de sus trabajadores y el compromiso de desarrollo con su entorno social.

En su aspecto organizativo MONDRAGON se configura en cuatro áreas: Finanzas, Industria, Distribución y Conocimiento.

Hoy en día, MONDRAGON está integrada por más de 100 cooperativas autónomas e independientes y constituye el primer grupo empresarial vasco y el décimo de España.

Don José María y Ormaechea partieron a pie desde el antiguo edificio de la Escuela Profesional, hoy Mondragon Eskola Politeknikoa, para dirigirse a los terrenos de Laxarte

donde, previamente, habían adquirido una parcela a razón de 27 céntimos de euro (45 pesetas) el metro cuadrado. Ormaechea sería el encargado de realizar a pasos la medición de los terrenos y quince días más tarde comenzaba la construcción de la primera planta productiva de la experiencia MONDRAGON: un pabellón de hormigón de 750 metros cuadrados distribuidos en dos alturas.

En 1957 la escuela profesional, hoy Mondragon Eskola Politeknikoa, se viste de largo con la renovación de la formación profesional que pasa del ministerio de trabajo al de educación y ciencia, reglándose dicha formación profesional con validez oficial. En esta primera época, los ingresos de su mantenimiento provenían del ‘Ministerio de Educación, Diputación Provincial, Cámara de Comercio, Caja de Ahorros Provincial de Guipúzcoa, ayuntamientos de Mondragón, Arechavaleta, Escoriaza y Oñate’, empresas de la comarca, padres de familia y asociados.

En 1958 por una orden del Ministerio de Trabajo, los socios cooperativistas quedaban excluidos del Sistema General de la Seguridad Social. Esta decisión del Ministerio de Trabajo fue decisiva para el inicio de las acciones encaminadas a la creación y desarrollo de lo que hoy es Lagun Aro Entidad de Previsión Social Voluntaria. Este mismo año comienza sus estudios la primera promoción de alumnas de la Escuela Profesional y de forma paralela se inicia, asimismo, la especialidad de química orientada especialmente al alumnado femenino. Respecto a la formación de la mujer Don José María escribía por aquellas fechas: ‘Es un gran error el que la mujer no acceda a la enseñanza profesional, de manera generalizada, ni participen en los procesos de reconversión y formación permanente dando cabida a profesiones que hoy las rechaza por inadecuadas’

En 1959 se produce un hecho fundamental para el futuro del incipiente movimiento cooperativo MONDRAGON: Don José María Arizmendiarieta inventa la Caja Laboral Popular.

La particularidad de Caja Laboral respecto a las cooperativas de base reside en la composición mixta de sus órganos sociales, en función tanto de los socios trabajadores como de los representantes de las cooperativas asociadas. De acuerdo con el carácter

de super estructura, que tanto en sus orígenes como en su evolución posterior ha poseído Caja Laboral, los representantes de las cooperativas conservan la mayoría en dichos órganos sociales.

En el año de 1960 La Escuela Profesional supera ya los 300, una cifra que empieza a ser importante en el ámbito de la formación profesional. Fue una creación sobre todo de Don José María y su lema 'socializando el saber se democratiza verdaderamente el poder' es fiel reflejo de la idea motivadora de Eskola, uno de sus proyectos más queridos.

Nace la revista Cooperación que más tarde se denominará T.U. (Trabajo y Unión) y finalmente T.U. Lankide. Se produce la apertura al público de la primera oficina de Caja Laboral en un modesto local de la calle Ferrerías de Arrasate/Mondragon y poco después se traslada a su actual emplazamiento en el número 27 de la calle Don José María Resusta –hoy Iturriotz kalea– de la misma localidad. Por aquel entonces se popularizó el lema libreta o maleta, tratando de significar la importancia del ahorro para el desarrollo de las cooperativas y, por extensión, para el desarrollo de nuestro país.

Para el año de 1961 sin abandonar su primera actividad, la construcción de troqueles para corte y embutición, Arrasate, apoyándose en la capacidad técnica de sus socios trabajadores, emprende la Fabricación de líneas transfer para cuerpos metálicos (frigoríficos, lavadoras, etc.), continuando con máquinas de tubo, perfiladoras, prensas excéntricas y cizallas.

La cooperativa Arrasate comercializa sus productos con la marca Taci (Talleres Arrasate Cooperativa Industrial) más tarde adoptará la denominación actual Fagor Arrasate.

Comienza una década extraordinaria de desarrollo y consolidación de las cooperativas con Ulgor y Arrasate como unidades tractoras, a la vez que las medidas proteccionistas arbitradas por la política económica de la dictadura hacían especialmente accesible el mercado interior.

En 1962 La inauguración de la sucursal de Aretxabaleta es el primer paso de la expansión de Caja Laboral, que sale de Arrasate/Mondragon para extenderse como

mancha de aceite a los pueblos limítrofes, a la vez que se crea la División Empresarial de Caja Laboral y nacen las cooperativas industriales Copreci, Ederlan y Lana. Prosiguen las ampliaciones en Ulgor y el ocho de febrero se procede, con la asistencia de las autoridades locales y provinciales, a la inauguración de sus nuevas instalaciones de fabricación de semiconductores de selenio. En esa misma fecha nos enterábamos de que Ulgor gastaba en formación el doble de lo previsto, dato que según un cronista de la época resultaba fuertemente alarmante. Asimismo, se puede constatar, por los documentos existentes, el alto grado de sensibilización del colectivo de las cooperativas en temas de ausentismo por enfermedad o por accidentes laborales.

En 1963 se teorizaba así sobre la Democracia: “Una de las reglas de juego del movimiento cooperativo es la Democracia. La Democracia la debemos concebir como método y procedimiento para conjugar los intereses de cada uno con los del conjunto... Hay que socializar el saber para poder democratizar con efectividad el poder”.

El mes de marzo Caja Laboral celebra sus Juntas Generales. Asistieron representantes de una veintena de cooperativas asociadas, lo que pone de relieve su condición de cooperativa.

Una curiosa figura, el retorno al ahorro, resulta un factor muy eficaz en el aspecto de sensibilizar al ahorrador, sobre todo en los primeros años de Caja Laboral y es de reseñar que el primero de mayo, fiesta del trabajo, tiene lugar la apertura de su nueva sucursal de Oñati.

En 1964 se inicia entre las cooperativas un movimiento de apoyo mutuo en el que empiezan a perfilarse tímidamente algunas de las futuras estructuras de la Experiencia. Es un movimiento embrionario de lo que más tarde se llamará Grupo Cooperativo Mondragon, luego Mondragon Corporación Cooperativa y actualmente MONDRAGON. Ya en aquel lejano 1964 se pensaba en la actualización de los medios y se insistía: ‘Tenemos que pensar en desarrollar una serie de instituciones que sirvan de cobertura a nuestros propósitos y planes cooperativos: instituciones consecuentes con nuestra visión social y económica. El movimiento cooperativo será un fenómeno pasajero en tanto no se proyecte y se desarrolle en el conjunto de la sociedad con el consiguiente

enraizamiento en la educación y en las relaciones sociales y económicas '. Ya son mil los alumnos que cursan sus estudios en la Escuela Profesional Politécnica y se produce la asociación formal de las cooperativas Irizar y Miba.

En 1965 Siguiendo el plan de desdoblamiento de Ulgor, la División de Electrónica se convierte en una nueva cooperativa Fagor Electrónica, S.C.I. Es con ello la quinta cooperativa enmarcada en el complejo Cooperativo Ularco, que resulta una realidad prometedora en el umbral de 1966.

Accidente en Copreci, recogemos un curioso parte de la época con su conclusión correspondiente: 'Al intentar limpiar el carro de la fresadora con la máquina en marcha, le enganchó la cuchilla al trapo arrastrándole la mano y produciéndole la lesión. Conclusión: Accidente atribuible al operario por no haber parado la máquina antes de proceder a su limpieza '. En terrenos del antiguo campo de Iturripe se inauguran los nuevos pabellones de la Escuela Profesional Politécnica y su complejo deportivo, en una superficie que supera los 40.000 metros cuadrados.

En 1966 Caja Laboral inaugura en mayo las oficinas de Gernika, Eibar y Legazpia. Con esta última son veinticuatro las oficinas de esta entidad abiertas al público y el número de cooperativas asociadas asciende a treinta y seis.

Las ventas totales de las cooperativas ascendieron a algo más de 18 millones de euros (3.000 millones de pts.) en este ejercicio y el epígrafe correspondiente a la exportación se inauguraba con 312.500 € (52 millones de pesetas). Las cooperativas MONDRAGON comienzan su apertura a los mercados internacionales y, a partir de este año, la progresión de esta variable ha sido sensiblemente más acelerada que la de las ventas totales. Danok Bat, hoy Danobat, empresa de reconocido prestigio en el sector de la máquina-herramienta, se constituye formalmente como empresa cooperativa y se produce la asociación de Fagor Electrónica y Tajo

En 1969 Se vislumbra la firma de un acuerdo preferencial de España con el Mercado Común Europeo como antesala de una integración total y no pasa desapercibido para

nuestras cooperativas obligadas a consolidar su posición: bien mediante un desarrollo autónomo o bien por el desarrollo compartido con otras empresas fabriles o financieras.

Se vislumbra la firma de un acuerdo preferencial de España con el Mercado Común Europeo como antesala de una integración total y no pasa desapercibido para nuestras cooperativas obligadas a consolidar su posición: bien mediante un desarrollo autónomo o bien por el desarrollo compartido con otras empresas fabriles o financieras.

Se 1992 produce la asociación de Alkargo, T. Ochandiano –hoy Rochman–, Batz, Coinma, Eredu, Biurrarena, Matz-Erreka, Egurko y Elkar. Orona, que ya ha rebasado el centenar de socios, comienza la construcción de sus nuevos talleres para la fabricación de ascensores; mientras que Alecop inicia la construcción de sus nuevos pabellones para la ubicación de oficinas y talleres, en terrenos contiguos a la Eskola. Nace Comercio, que al año siguiente permutará su nombre por Eroski, cooperativa que aglutina socios de trabajo y socios consumidores. La fusión de cinco cooperativas de consumo es el origen de su fundación.

En el año 2000 El primer año del siglo XXI, MONDRAGON cuenta con 54.000 trabajadores, los recursos administrados por Caja Laboral ascienden a 7.037,85 millones de euros, las ventas totales alcanzan 7.043,86 millones de euros y las ventas internacionales, iniciadas tímidamente en un ya lejano año 1966, representan un 49% de las ventas industriales.

Irizar obtiene el Premio Europeo a la Excelencia Empresarial, EFQM. La cooperativa guipuzcoana pone broche de oro a un ciclo de nueve años de éxitos ininterrumpidos. Bamesa adjudica a Fagor Arrasate la fabricación y suministro de una importante línea de corte y procesado de chapa para su nuevo centro de servicio en Turquía (Bamesa Celik). La cooperativa vizcaína Elkar estrena nuevo pabellón en Larrondo y Fagor Ederlan inaugura, en la localidad aragonesa de Borja, una nueva factoría destinada a la fabricación de la columna de suspensión delantera. Asimismo, continuando la política de extensión geográfica y ampliación de actividades, MCC, la ONCE y Gureak inauguran un Centro Especial de Empleo en Guadalajara.

2.1.2 UBICACIÓN



IMAGEN 1.- PARQUE INDUSTRIAL INNOVACIÓN QUERÉTARO

MONDRAGON ASSEMBLY se encuentra ubicado en el parque industrial innovación Querétaro del municipio del marqués, Querétaro en la carretera estatal 431 KM 2+200 lote 45.

2.1.2.1 Ubicación Geográfica:



IMAGEN 2.- UBICACIÓN DEL ESTADO DE QUERÉTARO

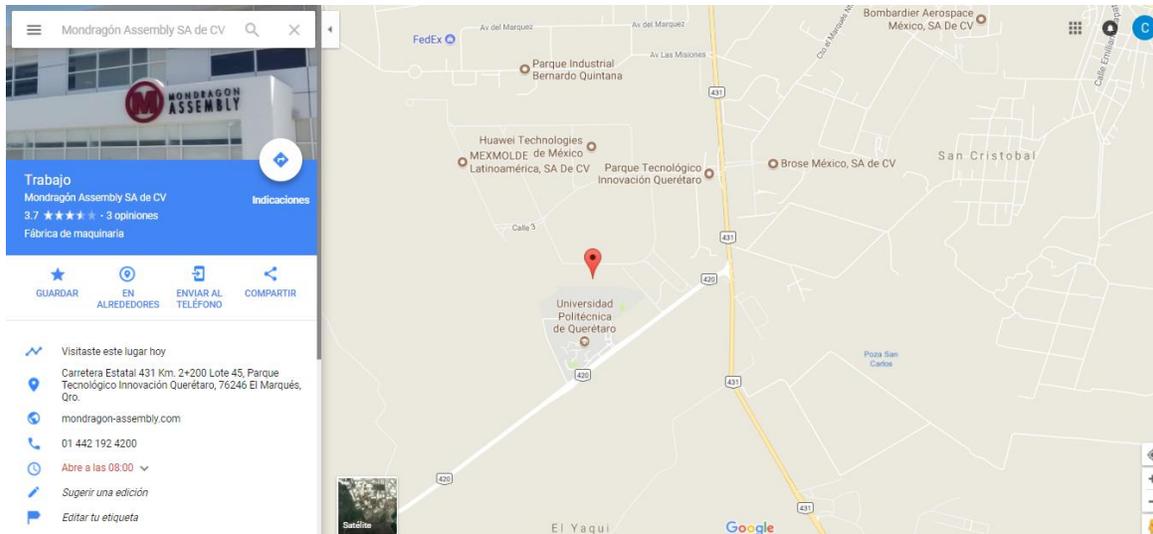


IMAGEN 3.- UBICACIÓN DE MONDRAGON ASSEMBLY

2.1.3 MISIÓN

MONDRAGON es una realidad socioeconómica de carácter empresarial, integrada por cooperativas autónomas e independientes, con hondas raíces culturales en el país Vasco, creada por y para las personas, inspirada en los Principios Básicos de nuestra Experiencia Cooperativa, comprometida con el entorno, la mejora competitiva y la satisfacción del cliente, para generar riqueza en la sociedad mediante el desarrollo empresarial y la creación de empleo preferentemente cooperativo, que:

Se sustenta en compromisos de solidaridad y utiliza métodos democráticos para su organización y dirección.

Impulsa la participación y la integración de las personas en la gestión, resultados y propiedad de sus empresas, que desarrollan un proyecto común armonizador del progreso social, empresarial y personal.

Promueve la formación e innovación desde el desarrollo de las capacidades humanas y tecnológicas, y aplica un modelo de gestión propio para alcanzar posiciones de liderazgo y fomentar la cooperación.

2.1.4 VISIÓN

Queremos llegar a ser personas comprometidas y con identidad cooperativa que configuran un grupo empresarial rentable, competitivo y emprendedor en un contexto global; que aplican un modelo socio empresarial de éxito, ofreciendo soluciones integrales al mercado en base a la experiencia, conocimiento, innovación, Inter cooperación, alianzas estratégicas, atracción, impulso y generación del talento; y que genera recursos suficientes para aportar empleo de valor añadido y el desarrollo sostenible del entorno.

2.1.5 VALORES

- **Cooperación:** Propietarios y protagonistas.
- **Participación:** Compromiso en la gestión.
- **Responsabilidad Social:** Distribución solidaria de la riqueza.
- **Innovación:** Renovación permanente

2.1.6 ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA

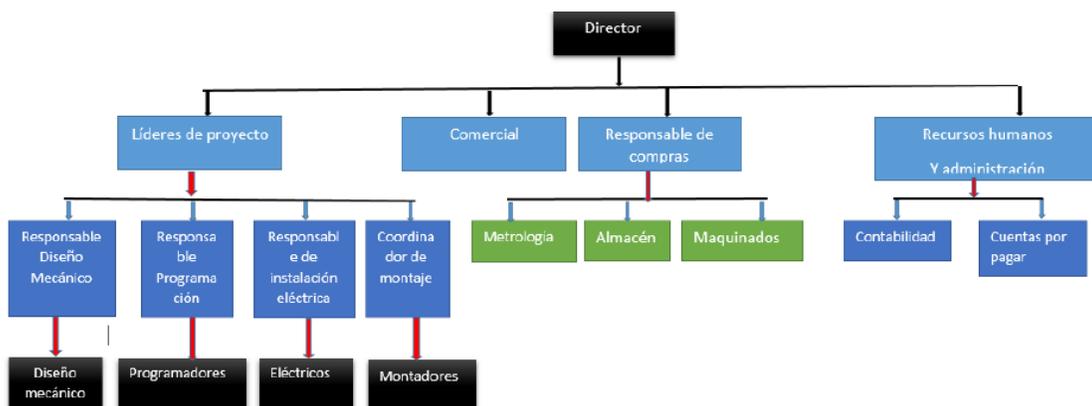


IMAGEN 4.- ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA

2.1.6.1 Organigrama del área de diseño mecánico

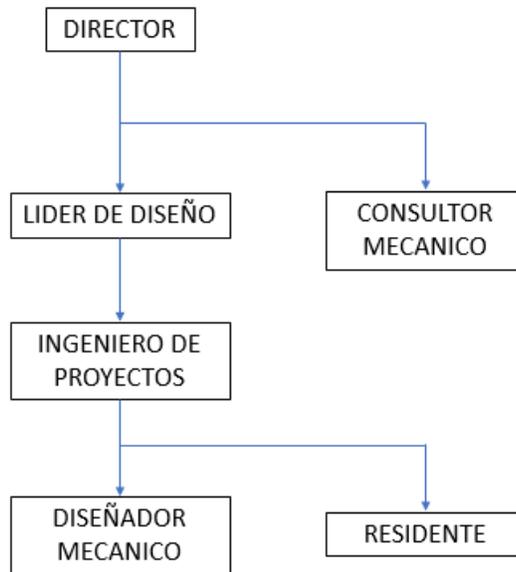


IMAGEN 5.- ORGANIGRAMA DEL ÁREA DE DISEÑO MECÁNICO

2.1.7 LAY-OUT DE OFICINA

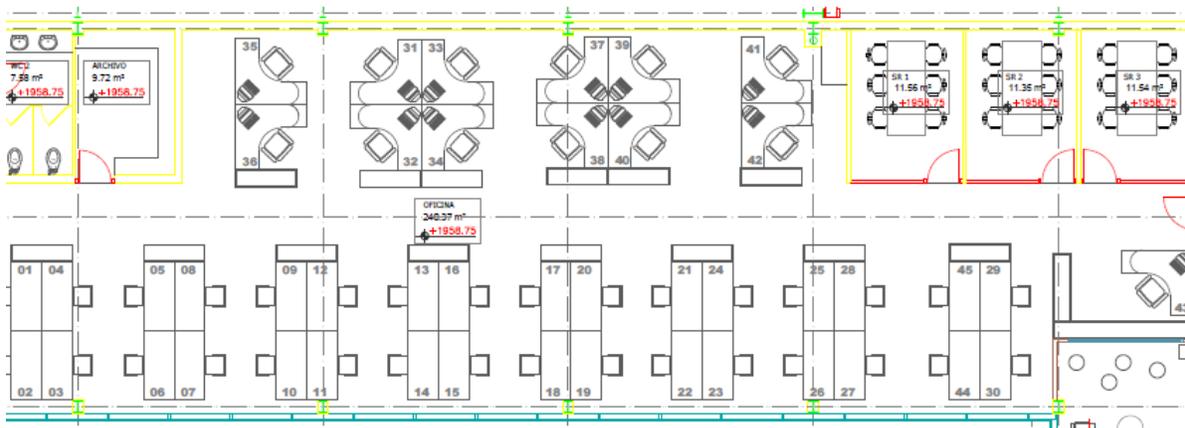


IMAGEN 6.- LAY OUT DE LA OFICINA

2.2 ÁREA EN LA QUE SE VA A DESARROLLAR EL PROYECTO

La empresa en donde me encuentro realizando mis prácticas profesionales se llama Mondragon Assembly; es una empresa enfocada a trabajarle a diferentes empresas de carácter industrial de ensamble de partes, Mondragon Assembly cuenta con 4 distintos

ramos, el ramo industrial, el ramo escolar, ramo de finanzas y el ramo de productos comerciales. Yo en lo particular me encuentro en Mondragon Assembly que se enfoca en el ramo industrial; específicamente en el área de diseño mecánico.

2.3 DEPARTAMENTO DE DISEÑO MECÁNICO

El departamento de diseño mecánico dentro de la empresa es parte fundamental del proceso y tiene una gran responsabilidad dentro de la empresa al tener que proceder de forma rápida, eficaz, eficiente y además, cuidar de la ergonomía del operador cuando se desea diseñar una o más máquinas especiales para las demás empresas o clientes de Mondragon Assembly, el diseñador tiene la responsabilidad de seleccionar el tipo de material más apropiado de acuerdo a la función que tiene la pieza diseñada dentro del proceso, elaborar la documentación final así como lo son los planos de dibujo 2D de las piezas y ensambles correspondientes para poder mandar a fabricación, el manual de mantenimiento y el manual de funcionamiento de la máquina.

El perfil de diseñador lo ocupan exclusivamente dos ramas de la ingeniería a nivel licenciatura dentro de la planta, la carrera de ingeniería mecánica e ingeniería mecatrónica pero como se mencionaba con anterioridad se necesitan otras áreas aparte de diseño para poder cumplir con los proyectos que demandan los clientes.

2.4 PROBLEMA A RESOLVER

El método de trabajo en Mondragon Assembly consiste en asignar proyectos a un grupo de personas en su mayoría ingenieros de diversas áreas, las personas encargadas del proyecto deben tener la capacidad de poder resolver problemas relacionados con la eficiencia en la producción de los productos, diseñar líneas de ensamble nuevas, entre otras cosas. En este proyecto en particular para la empresa BHTC para el fresado de los pallets de PCB's es necesario lograr la operación de fresado de los PCB's sin llegar a dañarlos, además, es necesario la detección de la correcta colocación del producto, y además que el operador logre identificar en que parte del proceso la pieza fue mala.

2.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

Como es común en toda industria pequeña, mediana ó grande, siempre existen limitaciones, en el caso particular de Mondragon Assembly se considera una empresa de tamaño grande debido a su participación en varios países como lo son España, Alemania, Brasil, México, China, Francia e India, pero, su limitación es la variación de la demanda en el mercado de proyectos debido a que el comportamiento de este fenómeno no es tan predecible, por lo tanto existen años con una demanda alta como también existen otros con una demanda pobre.

2.5.1 ALCANCES

Es importante mencionar que, aunque la elaboración de la máquina tiene su grado de dificultad, se cuenta con el tiempo suficiente para poder realizar el proyecto mencionado con anterioridad y poder elaborar una maquina que logre satisfacer las demandas del cliente, en este caso BHTC, con lo cual el proyecto deberá ser diseñado utilizando los métodos más eficientes de la operación, además, se contará con la ayuda de un consultor mecánico del área de diseño, el cual revisará todos los diseños y dará su aprobación tanto de la funcionalidad del concepto como de la satisfacción del cliente a las demandas que se plantearon al inicio.

2.5.2 LIMITACIONES

Cabe mencionar que el desarrollo del proyecto cuenta con fechas establecidas y la falta de práctica diseñando o falta de conocimiento en el método de trabajo que utiliza Mondragon assembly, para diseñar sus máquinas ocasionará un grado de dificultad en el desarrollo del proyecto debido a que, se tendrá que manejar con cuidado la selección de materiales, la maquinabilidad de las piezas, el acabado superficial, la utilización de dimensiones estándar para soleras, escuadras y demás, la optimización de elementos fabricados así como la selección de elementos comerciales.

CAPITULO 3

MARCO TEORICO

Siempre que se diseña un elemento es necesario verificar los esfuerzos y deformaciones a los que son sometidos las piezas, es por ello, que en este capítulo haremos referencia a las principales fórmulas de diseño, así que, veremos las principales fórmulas de análisis de esfuerzo y deformaciones para elementos, por lo que tendremos primero que dar la definición.

3.1 CONCEPTO DE ESFUERZO

La fuerza por unidad de área, o la intensidad de las fuerzas distribuidas a través de una sección dada, se llama esfuerzo sobre esa sección y se representa con la letra griega σ . El esfuerzo en un elemento con área transversal A sometido a una carga axial P se obtiene, por lo tanto, al dividir la magnitud P de la carga entre el área A .

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \text{Ec.1}$$

Se empleará un signo positivo para indicar un esfuerzo de tensión y un signo negativo para indicar un esfuerzo compresivo.

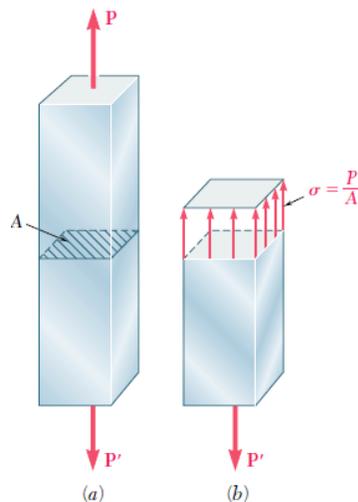


IMAGEN 7.- ESFUERZO AXIAL EN ELEMENTOS

3.2 DEFORMACIONES DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CARGA AXIAL

Considere una varilla homogénea BC de longitud L y sección transversal uniforme de área A sujeta a una carga axial centrada P tal y como se muestra en la Figura 7. Si el esfuerzo axial resultante $\sigma=P/A$ no excede el límite de proporcionalidad del material, se aplica la ley de Hooke y se escribe.

$$\sigma=E\epsilon \quad \text{Ec. 2}$$

De donde sigue que

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{P}{AE} \quad \text{Ec. 3}$$

Recuerde que la deformación ϵ se define como $\epsilon=\delta/L$, se tiene que:

$$\delta=\epsilon L \quad \text{Ec. 4}$$

sustituyendo ϵ en la ec.4.

$$\delta = \frac{PL}{AE} \quad \text{Ec. 5}$$

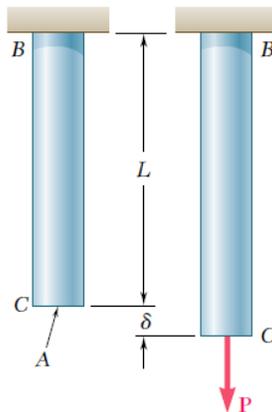


IMAGEN 8.- DEFORMACIÓN EN UN ELEMENTO

La Ec.5 Se usará solo si la varilla es homogénea (E constante), tiene una sección transversal uniforme con área A y está cargada en sus extremos.

Si la varilla está cargada en otros puntos, o si consta de varias porciones con distintas secciones transversales y, posiblemente, distintos materiales, debe dividirse en partes que satisfagan de manera individual las condiciones requeridas para la aplicación de la fórmula. Si P_i , L_i , A_i y E_i representan, respectivamente, la fuerza interna, longitud, área de sección transversal y módulo de elasticidad que corresponde a la parte i , la deformación de la varilla entera será:

$$\delta = \sum_i \frac{P_i L_i}{A_i E_i} \quad \text{Ec. 6}$$

3.3 DISEÑO MECÁNICO

El diseño mecánico es un proceso que requiere un entendimiento claro de la función y el desempeño esperado del producto final. Es un modo de concebir ideas para comunicarlas a otras personas de manera que puedan entenderlas fácilmente. Esto se logra con mayor eficiencia mediante el uso de gráficos. El diseño puede usarse para reflejar expresiones personales o mejorar el desarrollo de un producto. Este reflejo de la expresión personal casi siempre se refiere a un diseño estético, mientras que la mejora del desarrollo de un producto se considera un diseño funcional. La estética y la funcionalidad pueden trabajar juntas para crear un producto que no sólo sea atractivo para los sentidos, sino que también satisfaga demandas específicas.

El diseño mecánico también se usa para satisfacer necesidades, deseos y resolver problemas de la sociedad a través de la aplicación de principios científicos, experiencia y creatividad. (Jensen, 2010)

3.4 EL PROCESO DE DISEÑO

Es la capacidad de combinar ideas, principios científicos, recursos y, a menudo, productos existentes en la solución de un problema. Esta capacidad de generar soluciones es el resultado de un enfoque organizado y ordenado para abordar el problema, el cual se conoce como proceso de diseño.

El proceso de diseño que conduce a la fabricación, ensamblaje, mercadotecnia, servicio y las diversas actividades necesarias para crear un producto exitoso se compone de varias etapas fáciles de reconocer. Aunque muchos grupos industriales las pueden identificar de un modo distinto, un procedimiento conveniente para el diseño de un producto nuevo o mejorado se divide en las siguientes cinco etapas:

1. Identificación del problema, necesidad o “cliente”.
2. Conceptos e ideas.
3. Consenso y análisis de soluciones.
4. Modelos y prototipos.
5. Dibujos de producción o funcionamiento.

De manera ideal, el diseño pasa por las etapas que se muestran en la Figura 6, pero si una etapa particular no resulta satisfactoria, puede ser necesario regresar a la previa y repetir el procedimiento como lo indican las trayectorias marcadas con una línea discontinua. Este procedimiento repetitivo se conoce a menudo como *ciclo*. (Budynas & Nisbett, 2012)

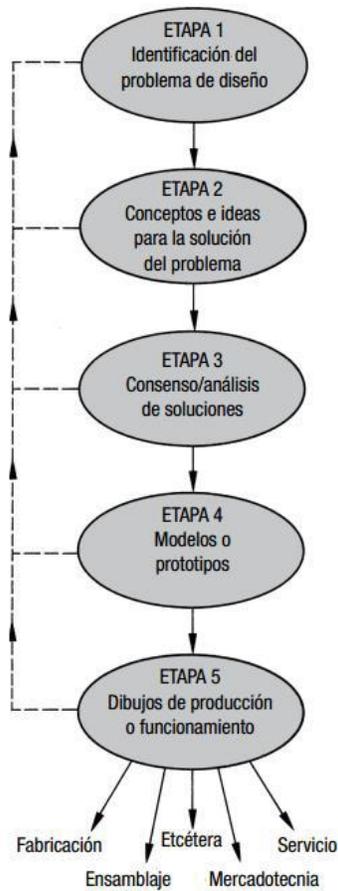


IMAGEN 9.- ETAPAS DEL DISEÑO

ETAPA 1: IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y EL CLIENTE

Las actividades de diseño comienzan con el reconocimiento de un problema y/o la determinación de la necesidad de un producto, servicio o sistema, y la factibilidad económica de satisfacer esta necesidad.

El diseñador no sólo debe identificar al problema o la necesidad, sino también al cliente. ¿Quién será afectado o influenciado por el diseño? La creación de cualquier diseño y el proceso de diseño relacionado deben estar dirigidos a sus usuarios finales. En esta etapa se determina si el diseño debe orientarse hacia un solo usuario muy específico, un comprador o compradores específicos, un fabricante o grupo de fabricantes, o al público en general.

Por ejemplo, una parte del transbordador espacial no necesita ser diseñada o fabricada para el público en general: tiene un mercado limitado y clientes específicos. En el otro

extremo, el diseño de un equipo de gimnasia para armar en casa debe considerar un amplio rango de usuarios y habilidades manuales. Es importante que el diseñador identifique al usuario final antes de comenzar el proceso de diseño.

También es importante determinar si el producto en diseño debe cumplir con alguna norma o regulación gubernamental, o tiene que adherirse al código, normas, o estándares de una organización profesional antes de comenzar el proceso de diseño.

ETAPA 2: CONCEPTOS E IDEAS

En esta etapa se recopilan ideas —razonables y de otro tipo— para las soluciones posibles del problema. Las ideas son amplias e irrestrictas para permitir la posibilidad de soluciones nuevas y únicas; pueden provenir de individuos o de una sesión de lluvia de ideas donde a menudo una sugerencia genera muchas otras. Conforme las ideas son emitidas, se registran para su consideración y refinamiento futuros.

Entre más grande es la recopilación de ideas, mayores son las posibilidades de encontrar una o más opciones convenientes para su refinamiento posterior. Se exploran todas las fuentes: literatura técnica, revistas comerciales y de diseño, patentes y productos existentes, entre otras.

En esta etapa no se realiza ningún intento de evaluar las ideas. Todas las notas y bosquejos son firmados, fechados y conservados para la posible solicitud de la patente.

ETAPA 3: CONSENSO/ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En esta etapa se seleccionan varias características de los conceptos generados previamente, después de una consideración cuidadosa, se combinan en una o más soluciones condensadas promisorias. En este punto, la mejor solución se evalúa a detalle y se hacen intentos por simplificarla para que se desempeñe con eficiencia y sea fácil de fabricar, reparar e incluso desechar cuando termine su ciclo de vida.

ETAPA 4: MODELOS Y PROTOTIPOS

A menudo se construye un modelo tridimensional CAD o un modelo a escala para estudiar, analizar y refinar un diseño. Un prototipo es un modelo en funcionamiento, de

tamaño real y construido de acuerdo con todas las especificaciones finales (exceptuando quizá las de materiales).

El prototipo se prueba y modifica cuando es necesario, y los resultados se anotan en la revisión de los bosquejos y los dibujos de funcionamiento.

ETAPA 5: DIBUJOS DE PRODUCCIÓN O FUNCIONAMIENTO

En esta etapa se elabora, verifica y aprueba un conjunto de dibujos de producción o funcionamiento. En la industria, los esquemas del diseño de producción aprobado se llevan al departamento de ingeniería para elaborar los dibujos de producción. Se dibujan las vistas necesarias para cada parte a fabricar y se agregan todas las dimensiones y notas necesarias para que los dibujos describan estas partes por completo. Estos esquemas son llamados dibujos de detalle.

Las partes estándar inalteradas no requieren dibujo de detalle, pero se muestran de manera convencional en el dibujo de ensamblaje y se incluyen con sus especificaciones en la lista de partes.

Por último, con el fin de proteger al fabricante, a menudo se prepara un dibujo de patente que puede estar en forma de ensamblaje, el cual se entrega a la oficina de patentes para su registro. Estos dibujos pueden ser de líneas sombreadas o seguir reglas específicas de la oficina de patente.

3.5 Consideraciones para diseño mecánico

1. DISEÑO GENERAL MECÁNICO DE LA MÁQUINA.

Una vez que toda la máquina está totalmente clara, empezamos con el diseño 3D de todos los puestos. Esta fase comprende un diseño que abarque todo el concepto del puesto, dejando únicamente para un proceso posterior los detalles estéticos, protecciones, accesorios para el ruteo de cables, Para entrar en detalles, al terminar esta fase, deberíamos tener lo siguiente:

- Todas las piezas (excepto las posteriores protecciones y accesorios) deben estar totalmente diseñadas, con todos sus pernos, alojamientos y tornillos, con el material seleccionado, con las caras de referencia y tolerancias indicadas.
- Los subconjuntos deben estar correctamente estructurados y diseñados en subconjuntos funcionales.
- Todos los elementos comerciales cuya funcionalidad sea importante para el puesto deben estar seleccionados y dibujados.
- Las seguridades y ergonomía han sido definidas y dibujadas.
- Solamente estarán los tornillos y racores que necesiten comprobación de espacios o interferencias.
- Creación de la hoja de IO PLC: comprende el mapa de sensores y la definición de las diferentes EV. Diseñar de manera esquemática el ruteo de cables.

2. CREACIÓN DE PLANOS DE PIEZAS

Creación de todos los planos. Al terminar esta fase, el 100% de todos los planos está creado al 100%.

Diseño de planos de conjunto, indicando todas las piezas y secciones que definan claramente el conjunto, intentaremos realizar el menor número de planos y muy detallados, con las piezas indicadas con globos (eliminando la tornillería de las listas de planos de conjunto), con cotas importantes, notas de montaje.

3.6 Herramientas Y Recursos De Diseño

En la actualidad, el ingeniero tiene una gran variedad de herramientas y recursos disponibles que le ayudan a solucionar problemas de diseño. Las microcomputadoras poco caras y los paquetes robustos de software proporcionan herramientas de gran capacidad para diseñar, analizar y simular componentes mecánicos. Además de estas herramientas, el ingeniero siempre necesita información técnica, ya sea en forma de desempeño básico en ciencias/ingeniería o las características de componentes

especiales recién lanzados. En este caso, los recursos pueden ir desde libros de ciencia/ingeniería hasta folletos o catálogos de los fabricantes. También la computadora puede jugar un papel importante en la recolección de información. (Budynas & Nisbett, 2012).

3.6.1 HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES

El software para el diseño asistido por computadora (CAD) permite el desarrollo de diseños tridimensionales (3-D) a partir de los cuales pueden producirse vistas ortográficas convencionales en dos dimensiones con dimensionamiento automático. Las trayectorias de las herramientas pueden generarse a partir de los modelos 3-D y, en algunos casos, las partes pueden crearse directamente desde una base de datos 3-D mediante el uso de un método para la creación rápida de prototipos y manufactura (estereolitografía): ¡manufactura sin papeles! Otra ventaja de este tipo de base de datos es que permite cálculos rápidos y exactos de ciertas propiedades como la masa, la localización del centro de gravedad y los momentos de inercia de masa. Del mismo modo, pueden obtenerse con facilidad otras propiedades como áreas y distancias entre puntos. (SolidWorks, 2014).

Existe una gran cantidad de software de CAD disponible como Aries, AutoCAD, CadKey, I-Deas, Unigraphics, SolidWorks y ProEngineer, sólo por mencionar algunos.

El término ingeniería asistida por computadora (CAE) se aplica generalmente a todas las aplicaciones de ingeniería relacionadas con la computadora. Con esta definición, el CAD puede considerarse como un subconjunto del CAE. Algunos paquetes de computadora realizan análisis de ingeniería específicos y/o tareas de simulación que ayudan al diseñador, pero no se consideran una herramienta para la creación del diseño como lo es el CAD. Este software pertenece a dos categorías: basado en ingeniería y no específico para ingeniería. Algunos ejemplos de programas basados en ingeniería para aplicaciones de ingeniería mecánica —software que también podría integrarse dentro de un sistema CAD— son los programas para el análisis del elemento finito (AEF), para el análisis del esfuerzo y la deflexión, la vibración y la transferencia de calor (por ejemplo, Algor, ANSYS y MSC/ NASTRAN). (Budynas & Nisbett, 2012).

3.7 Solidworks ®

Como se mencionó en el tema 3.4.1 existen una gran variedad de software para realizar diseños en 3-D con mucha facilidad; en Mondragón Assembly se utiliza Solid Works 2015® como software de diseño y con el mismo se ha trabajado durante varios años por tal razón en este proyecto del mismo modo.



Dassault Systèmes SolidWorks Corporation es una empresa francesa que brinda herramientas de software 3D completas para crear, simular, publicar y administrar los datos.

SolidWorks es una solución de diseño tridimensional completa que integra un gran número de funciones avanzadas para facilitar el modelado piezas, crear grandes ensamblajes, generar planos y otras funcionalidades que le permiten validar, gestionar y comunicar proyectos de forma rápida, precisa y fiable. SolidWorks se caracteriza por su entorno intuitivo y por disponer de herramientas de diseño fáciles de utilizar. Todo integrado en un único programa de diseño con más de 45 aplicaciones complementarias para facilitar el desarrollo de sus proyectos. La característica que hace que SolidWorks sea una herramienta competitiva, ágil y versátil es su capacidad de ser paramétrico, variacional y asociativo, además de usar las Funciones Geométricas Inteligentes y emplear un Gestor de Diseño (FeatureManager) que permite visualizar, editar, eliminar y actualizar cualquier operación realizada en una pieza de forma bidireccional entre todos los documentos asociados. (SolidWorks, 2014)

A continuación, se mencionan algunas funciones que este software provee a sus usuarios.

- Modelado de sólidos en 3-D
- Diseño de ensamblajes grandes
- Piezas soldadas
- Diseño de piezas de plástico y de fundición
- Diseño de tuberías y tubos
- Diseño de chapa metálica
- Importación y exportación de CAD

3.8 Reglas Adicionales Para El Dimensionamiento

El propósito buscado durante el diseño mecánico es que cada pieza debe quedar claramente definida. Es decir, se deben respetar los siguientes puntos.

- Las dimensiones deben ser suficientes para describir la geometría total de cada elemento. No es aceptable el determinar una figura mediante la medición de su tamaño en el dibujo o mediante la suposición de distancia o tamaños.
- Las dimensiones se deben seleccionar y ordenar de manera que se evite la acumulación de tolerancias insatisfactorias, para evitar más de una interpretación y se asegure un ajuste adecuado entre partes que debe unirse.
- Las piezas terminadas se deben definir si especificar los métodos de fabricación. Así, por ejemplo, solo se da el diámetro de un orificio, sin indicar si se debe obtener por perforación, escariado o cualquier otra operación.
- Las dimensiones se deben dar, de preferencia, en la vista del perfil verdadero y se deben hacer referencia a los contornos visibles y no a las líneas ocultas. Una excepción común a esta regla es una dimensión diametral en una vista seccional.
- En los dibujos en que se presentan superficies de partes o líneas de centro en ángulo recto una con otra, pero sin dar una dimensión angular, se entiende que

el ángulo es de 90°. Superficies, ejes y planos de centro reales pueden tener variación dentro de sus especificaciones de perpendicularidad.

- Las líneas de dimensión se colocan fuera del contorno de la pieza y entre las vistas, a menos que el dibujo se simplifique o sea más claro si se hace esto de otra manera.
- Si es posible, las líneas de dimensión deben alinearse y agruparse para tener una apariencia uniforme.

3.8.1 FÓRMULAS PARA TOLERANCIAS DE POSICIÓN

El propósito de este subtema es presentar fórmulas para determinar las tolerancias de posición requeridas o los tamaños requeridos de detalles coincidentes para garantizar que las piezas se ensamblaran. Las fórmulas son válidas para todos los tipos de detalles o patrones de detalles y no producirán un ajuste “sin interferencia ni holgura” cuando los detalles estén en condición de material máximo y estén localizados en el extremo de su tolerancia de posición.

Las fórmulas dadas en este capítulo utilizan tres símbolos diferentes.

F= diámetro máximo del sujetador (límite MMC)

H= diámetro mínimo de la holgura del orificio (límite MMC)

T= diámetro de tolerancia de posición

Se utilizan subíndices cuando intervienen más de un detalle de tamaño de tolerancia. Por ejemplo:

H1= diámetro mínimo del orificio de la pieza 1

H2= diámetro mínimo del orificio de la pieza 2

Se utilizan sujetadores en dos situaciones, llamadas el caso de los sujetados flotante y en el caso del sujetador fijo. Cada una de estas situaciones se tratará por separado.

3.8.2 SUJETADORES FLOTANTES

Donde dos o más piezas, se ensamblan con sujetadores, tales como pernos y tuercas, y todas las piezas tienen orificios para los pernos, la condición se denomina caso del sujetador flotante.

Cuando los sujetadores son del mismo diámetro y se desea utilizar la misma holgura del diámetro del orificio y las mismas tolerancias de posición en las piezas que se van a ensamblar, se aplica la fórmula siguiente.

$$T=H-F \quad \text{Ec. 7}$$

3.8.3 TOLERANCIAS Y TAMAÑOS DE ORIFICIOS DESIGUALES

En ocasiones es deseable tener tolerancias diferentes para ubicación o tamaños de orificio diferentes en cada una de las piezas ensambladas. Una razón puede ser que ya existe una pieza y que la otra debe ser diseñada para que coincida con ella. En estos casos los tamaños de los orificios y las tolerancias de posición deben estar separados, y la fórmula previa.

$$H=F+T \quad \text{Ec. 8}$$

$$H_1+H_2=2F+T_1+T_2 \quad \text{Ec. 9}$$

$$T_1+T_2=H_1+H_2-2F \quad \text{Ec. 10}$$

Por ejemplo, si se desea que la pieza con los orificios cónicos tenga una tolerancia de posición más grande que la pieza con orificios holgados, T puede ser separada en T_1 y T_2 de cualquier manera apropiada, de modo que:

$$T = \frac{T_1+T_2}{2} \quad \text{Ec. 11}$$

3.8.4 CUANDO UTILIZAR TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

No es necesario utilizar tolerancias geométricas para cada detalle en el dibujo de una pieza. En la mayoría de los casos es de esperarse que, si cada detalle satisface todas las tolerancias dimensionales, las variaciones de forma serán adecuadamente controlada mediante la precisión del proceso de manufactura y equipo utilizado. Esto es complementado por el grado parcial de control ejercido por el procedimiento de medición y calibración utilizado.

Si existe alguna duda sobre la adecuación de tal control, se debe especificar una tolerancia geométrica de forma, orientación o posición, como se describe en este texto. Esto a menudo es necesario cuando las piezas son de tal tamaño o forma que existe la posibilidad de que se flexionen o distorsionen. También es necesario cuando los errores de forma o configuración deben ser mantenidos dentro de los límites que no son los que comúnmente se esperan del proceso de manufactura, y como un medio de satisfacer requerimientos funcionales o de intercambiabilidad.

Tal vez será necesario especificar los requerimientos de fabricación más completos y explícitos (dimensiones/tolerancias) en dibujos preparados para la subcontratación de talleres de equipo y experiencia ampliamente variables, en los casos en que no se conoce las posibles variaciones de proceso de fabricación. Por otra parte, si se tiene que ensamblar y fabricar las mismas piezas en un taller en el cual se ha comprobado que el método de fabricación produce piezas y ensamblajes de calidad satisfactoria, puede que no sea necesario el mismo grado de aplicación de tolerancias.

3.8.5 REGLAS BÁSICAS

Las reglas básicas para la aplicación de tolerancias geométricas se resumen aquí por conveniencia, pero se explican con más detalle en las secciones de este capítulo. El resumen no se refiere a puntos, los cuales pueden tener solo ubicación, o a descentrado, el cual es una tolerancia compuesta que requiere de un tratamiento por aparte.

Las tolerancias geométricas se categorizan en tres grupos básicos:

- Forma, para controlar la forma y configuración de los detalles.
- Angularidad, para controlar la ubicación de los detalles.
- Posición, para controlar la ubicación de los detalles.

Se puede aplicar cualquiera de estas tolerancias a líneas y superficies de cualquier tamaño o forma. Existen dos símbolos de perfil de una superficie. Esa distinción no existe para tolerancias de angularidad o posición, pero si se puede presentar ambigüedad en cualquier aplicación particular por lo que se deberá agregar una nota apropiada.

Como las líneas rectas y las líneas circulares lo mismo que las superficies planas y cilíndricas, ocurren tan frecuentemente en la práctica, se han establecido nombres y símbolos especiales para su control. Estas designaciones especiales se deberán utilizar para tales líneas y superficies en lugar de los nombres categorizados antes dados.

- Forma de una línea, rectitud y circularidad.
- Forma de una superficie, planicidad y cilíndricidad.
- Orientación de una línea, superficie o detalle, Angularidad, paralelismo y perpendicularidad.
- Localización de los detalles, posición (verdadera), concentricidad y simetría.

Las líneas por lo general representan los bordes de figuras geométricas o elementos lineales en una sola dirección de una superficie. Todas las líneas que se componen de curvas (excepto círculos completos) o de una combinación de líneas rectas y curvas pueden ser controladas en cuanto a la forma mediante la tolerancia de perfil de una línea. Ejemplos son los contornos de rectángulos, hexágonos, elipses, semicírculos y varias formas curvas.

Las superficies que no son planas ni cilíndricas pueden ser controladas en cuanto a forma mediante la tolerancia de perfil de una superficie. Por ejemplo, superficies

esféricas, barras de sección hexagonal, cuadrada o de otra forma y orificios de varias formas, tales como hexagonales, alargados u ovalados.

3.8.6 TOLERANCIAS DE POSICIÓN

La tolerancia de ubicación de posición puede ser aplicada a un eje o plano central. Todas las tolerancias de posición, cuando se aplican a un detalle de tamaño que incorpora una dimensión, tal como diámetro o espesar, pueden ser modificadas por RFS, MMS o LMC. Pueden ser detalles de elemento de referencia u otros detalles cuyos ejes o planos centrales requieran control. En esos casos aplica la práctica siguiente.

Símbolos de característica geométrica				Símbolos modificadores	
Tipo de tolerancia	Característica	Símbolo	Términos	Símbolo	
Para elementos individuales.	Forma	Rectitud	—	A condición máxima de material	(M)
		Planicie o aplanamiento		A condición mínima de material	(L)
		Circularidad (redondez)	○	Zona de tolerancia proyectada	(P)
		Cilindricidad		Estado libre	(F)
Para elementos individuales o relacionados	Perfil	Perfil de una línea		Plano tangente	(T)
		Perfil de una superficie		Diámetro	∅
Para elementos relacionados	Orientación	Angularidad		Diámetro esférico	S∅
		Perpendicularidad		Radio	R
		Paralelismo	//	Radio esférico	SR
	Localización	Posición		Radio controlado	CR
		Concentricidad		Referencia	()
		Simetría		Longitud de arco	
	Corrimiento	Corrimiento circular		Tolerancia estadística	
		Corrimiento total		Entre	

* LAS PUNTAS DE FLECHA PUEDEN RELLENARSE O NO.

IMAGEN 10.- TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

CAPITULO 4

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

4.1 Conceptos Teóricos Y Cálculos Realizados

La realización de este proyecto se llevó a cabo una serie de actividades para lo cual fue requerido muchas horas de trabajo y así como diversas correcciones y adaptaciones de acuerdo con las peticiones del cliente, todo esto conllevó a la culminación del mismo, así como la validación, durante este siguiente capítulo se describe todas las actividades que se llevaron a cabo.

4.2 Materiales a utilizar

Durante el desarrollo de este proyecto se encontró con la necesidad de elaborar piezas con diversos materiales de acuerdo con la aplicación. Por lo tanto, los materiales que se usaron se muestran en la Tabla 2. Los cuales se seleccionaron de acuerdo con la disponibilidad de conseguirlos de modo más rápido para minimizar los costos

TABLA 1 MATERIALES Y PROPIEDADES

Material	Como pedirlo	Cuando se utilizan
Aluminio	Dado que en México es muy difícil conseguir las diversas aleaciones de aluminio, cuando una pieza se pida de aluminio, especificar siempre el material como "Aluminio 6061-T6 Anodizado Natural" Aluminio Comercial	Se utiliza aluminio en piezas que no van a sufrir impactos de materiales más duros, cuando requerimos que el elemento sea ligero, etc. Nota 1: Un aluminio como tal es más caro que el acero, sin embargo el mecanizado de una pieza en aluminio es mucho más barato que en acero. Nota 2: A pesar de sus innumerables características positivas, el aluminio es de los peores elementos para soportar fricción (un plástico se puede comer a un aluminio sometiéndolos a fricción).
Bronce	SAE 62	Puede llegar a sustituir rodamientos. Es decir es un excelente material para cojinetes o elementos de fricción.
	CDA 954 (Bronce-Aluminio)	Provee buenas cualidades de antifricción, resistente al uso, abrasión y fatiga. Excelente para engranes, coonas, sinfines, volantes, placas de desgaste, bujes, cojinetes, etc.
Aceros	A36 (en su presentación laminada se le conoce como lámina negra)	Suave, no endurecible
	Inoxidable 303	Acero inoxidable austenítico, antimagnético no templable, con excelentes propiedades de ductibilidad y resistencia a golpes.
	Inoxidable 304	Acero inoxidable austenítico, antimagnético no templable, con excelentes propiedades de ductibilidad y resistencia a golpes.
	SAE 1018	Suave, no endurecible (sólo cementando)
	SAE O1	Acero herramienta para temple al aceite, templado a temperaturas bajas exhibiendo poca distorsión.
	SAE 4140T	Duro a la compra (30 a 35 HRc) y mecanizable a la vez
	SAE 4140	Suave a la compra, mecanizable y listo para endurecer hasta 50 o 54HRc
	SAE D2	Suave, mecanizable y listo para endurecer hasta 60 o 64HRc
	SAE 8620	Suave, ideal para endurecer el exterior y dejar el alma suave. USAR SOLO PARA FABRICACIONES ESPECIALES

4.3.- ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Como se ha mencionado en el capítulo 2 anteriormente, el problema a resolver consiste en diseñar una estación para la industria BHTC que se encarga de realizar tarjetas de circuitos impresos para los climas de los automóviles, el cual debe de minimizar en lo mayor posible los errores del fresado del operador, determinar si dentro de la estación se han colocado los componentes necesarios para poder iniciar el proceso, evitar que el operador sufra accidentes poniendo cortinas de seguridad y poder mantener la estación lo más limpio posible aun con los residuos del fresado de la operación. El proyecto consiste en una sola máquina para poder separar los PCB'S de los pallets por medio del fresado.

4.4.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El producto que se quiere separar del pallet es una PCB identificado en la producción con el nombre de 187578-0113XX-T0542D_IDF, el producto es una tarjeta que servirá para después ser ensamblada y atornillada con los componentes que conforman el sistema de control del clima automotriz, el producto se muestra a continuación:

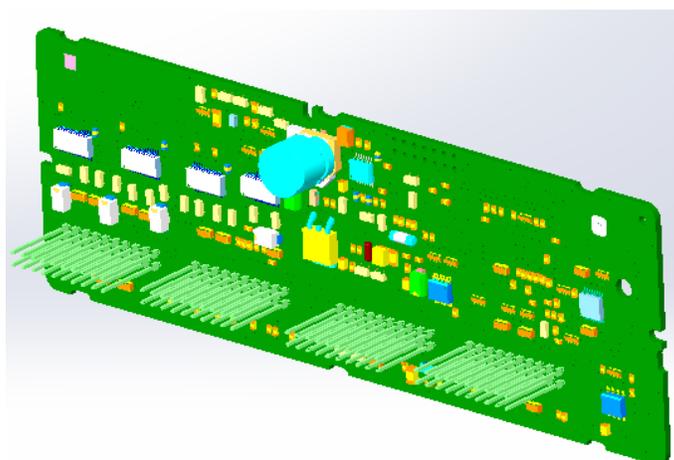


IMAGEN 11.- PCB

4.5.- DISEÑO DE BANCADA

Los materiales a utilizar dependerán de los requerimientos del proceso. En el diseño de la bancada el cliente proporciono las medidas estándar de la máquina de alto 2.7 metros, 1 metro de ancho y 0.8 metros de largo.

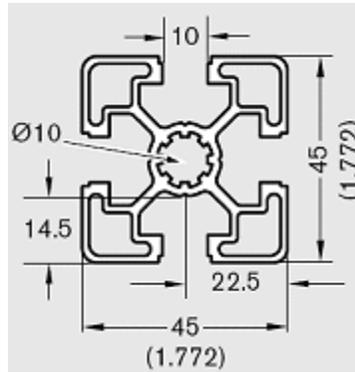


IMAGEN 12.- PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DEL PERFIL 45X45

Para la bancada se utilizará perfil de aluminio 6061-T6 de 45x45 mm y estará constituida por dos partes de perfiles de aluminio la parte superior o cierre y la parte inferior o también conocida como base de la bancada.

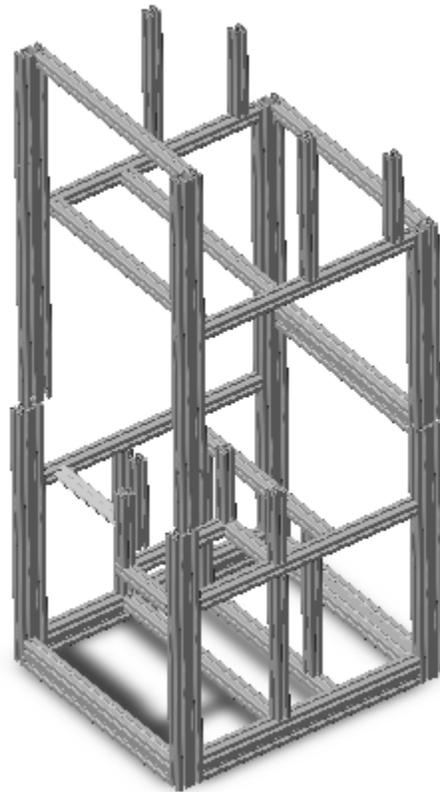


IMAGEN 13.- PERFILERÍA DE BANCADA

Consideramos que la bancada no soportará más de 1000 N debido a que los elementos comerciales y piezas no son elementos de gran dimensión, por lo tanto, como un factor

de seguridad, se supone que por cada perfil se tenga 1000 N de carga a compresión, debido a esto necesitamos que el sistema se mantenga lo más estable posible.

Información detallada:

Catálogo Elementos básicos de mecánica (3 842 540 391)

Datos técnicos

Tamaño		45x45L	45x45	45x90L	45x90	90x90L
						
Material		AlMgSi	AlMgSi	AlMgSi	AlMgSi	AlMgSi
Superficie del perfil A	cm ²	6,0	7,5	11,3	15,4	24,1
Momento de inercia I _x	cm ⁴	11,7	18,3	82,0	124,6	211,1
Momento de inercia I _y	cm ⁴	11,7	18,3	23,6	32,8	211,1
Momento de resistencia W _x	cm ³	5,2	6,1	18,2	27,7	46,9
Momento de resistencia W _y	cm ³	5,2	6,1	10,5	14,6	46,9
Masa m	kg/m	1,6	2,0	3,0	4,2	6,5

IMAGEN 14.-PROPIEDADES MECÁNICAS DE PERFIL BOSCH

De la Ec.5 tomando como positivo el desplazamiento por carga a tensión y negativo el desplazamiento bajo carga a compresión.

$$\delta = \frac{PL}{AE}$$

Dónde:

δ = Deformación longitudinal

P=Carga axial aplicada

L=Longitud del elemento a compresión

A=Área de la sección transversal

Tomando los datos del área de la sección transversal de la figura 16.

Sustituyendo tenemos:

$$\delta = \frac{(1000 \text{ N})(0.579\text{m})}{(7.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2)(69 \times 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2})} = 1.118 \times 10^{-5}$$

De acuerdo al resultado de la Ec.5 la estructura al estar bajo una carga de 1000 N a compresión el desplazamiento que sufrirá es insignificante y no causara problema alguno en la estructura.

4.6.- DISEÑO DE LA BASE

SOLIDWORKS Simulation utiliza el método de formulación de desplazamientos de elementos finitos para calcular desplazamientos, deformaciones y tensiones de los componentes con cargas internas y externas. El análisis por elementos finitos con SOLIDWORKS Simulation permite conocer la geometría exacta durante el proceso de mallado, y se integra con el software de CAD en 3D de SOLIDWORKS. Además, cuanto más precisión exista entre el mallado y la geometría del producto, más precisos serán los resultados del análisis. (Solid Works, 2014)

Se realizó un análisis estático de desplazamiento para la placa que es el elemento en donde se soportará el mayor peso de los elementos que componen la estación y para ello se determinó que éste no sería capaz de soportar una carga distribuida de 40 Kgf en los extremos de la placa base, es por ello que se reforzaron estas zonas mencionadas además de considerar que el peso real de los 40 Kgf estará en el centro de la placa distribuido uniformemente.

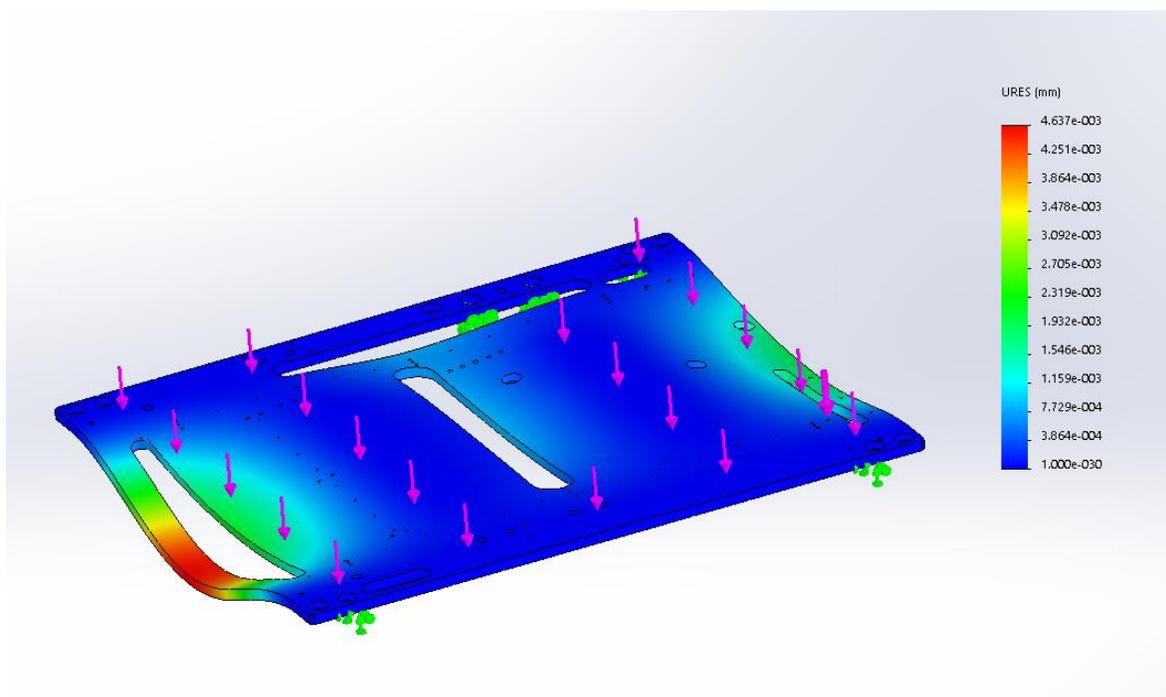


IMAGEN 15.- SIMULACIÓN EN SOLIDWORKS DE PLACA BASE

A continuación, se presenta la estación de trabajo.

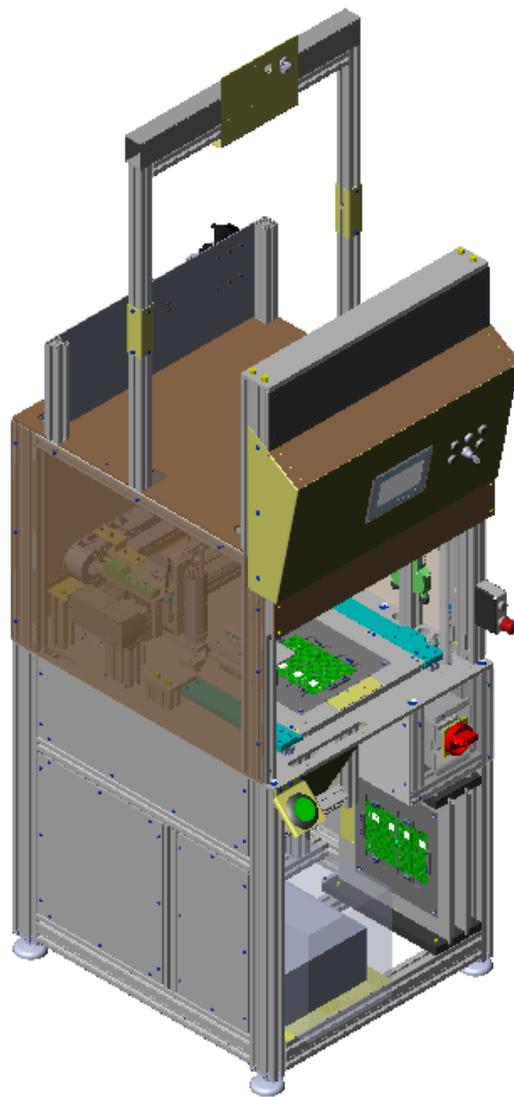


IMAGEN 16.- 1101 ROUTER

4.7.- DESCRIPCIÓN DE PUESTO

3.1 ESTACIÓN 1101 - ROUTER

La máquina deberá ser diseñada para que, mediante un cabezal de corte se separen los diferentes PCB de la plantilla, que colocará el operador de manera manual dentro del fixture intercambiable.

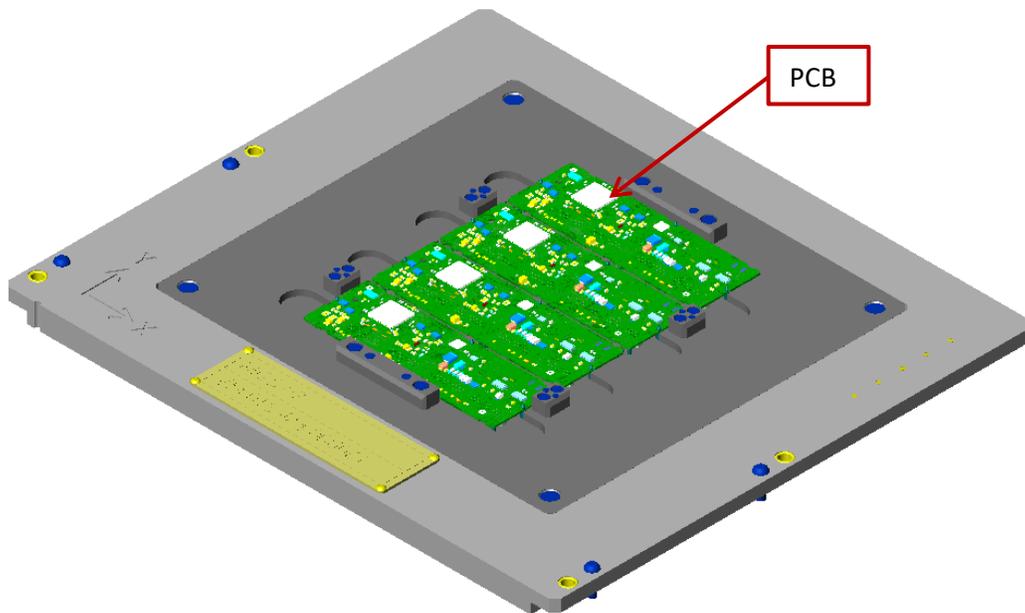


IMAGEN 17.- FIXTURE

Este corte será realizado mediante un cabezal ISEL, el cual se desplazará por medio de un par de Ejes X-Y con actuadores servocontrolados FESTO.

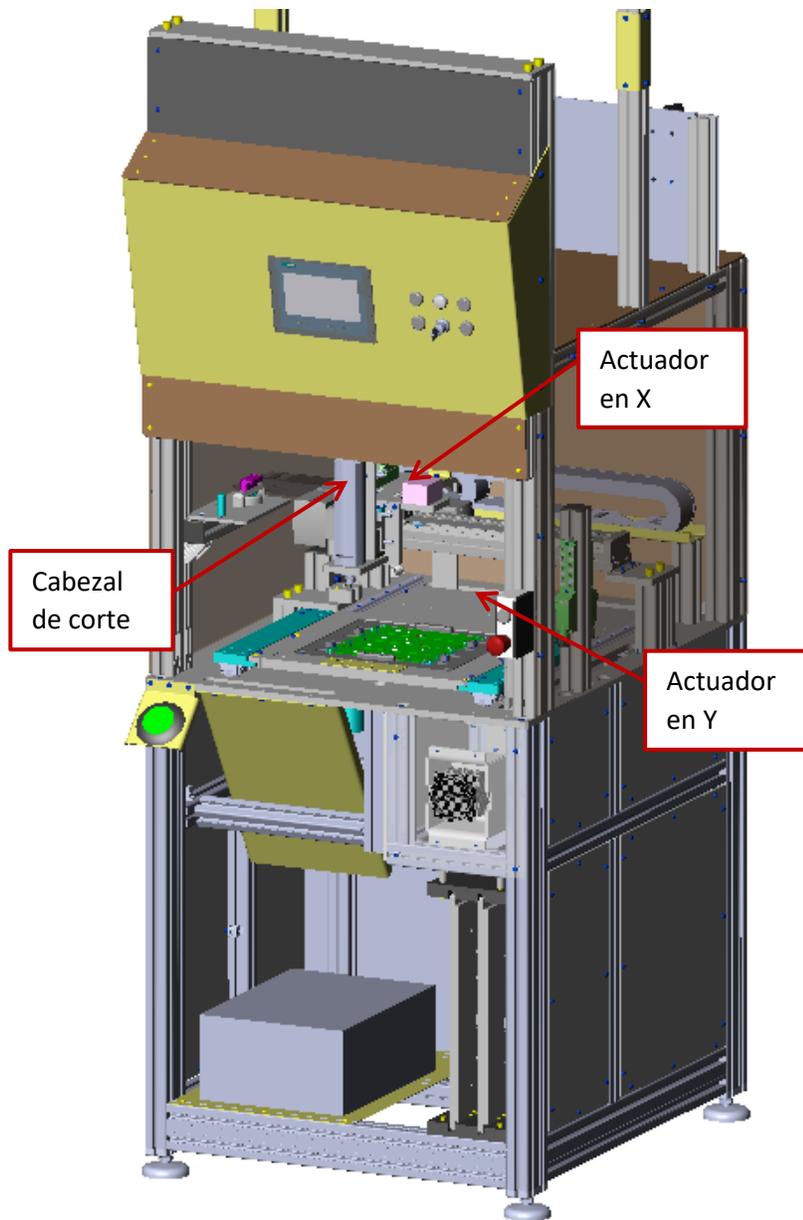


IMAGEN 18.- COMPONENTES PRINCIPALES

4.8.- SECUENCIA DE OPERACIÓN:

El operador colocará la Plantilla dentro de la Fixtura y accionará el ciclo por medio del botón de inicio de ciclo.

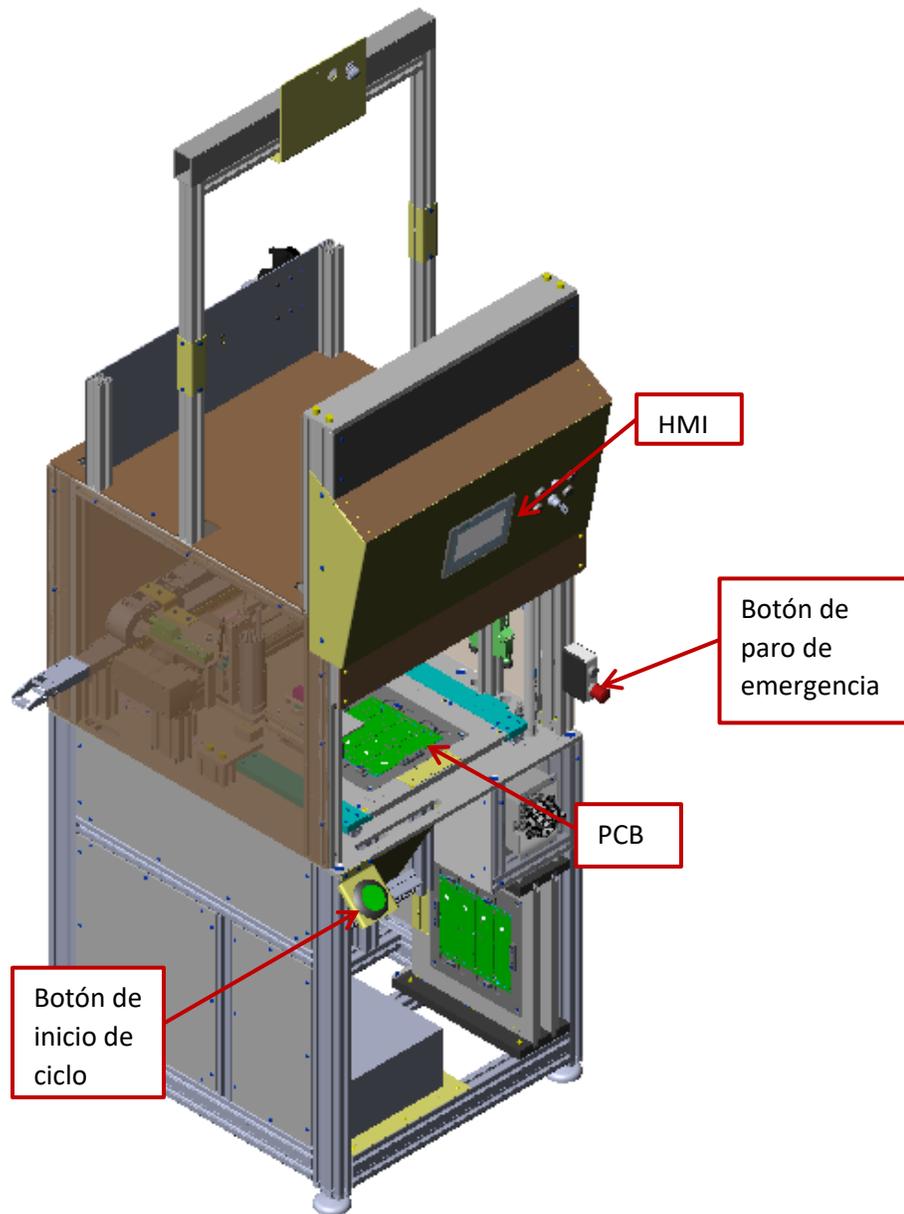


IMAGEN 19.- CARGA DE PRODUCTO

La cortina descenderá para evitar la interacción del operador con el interior de la máquina y de esta manera, evitar accidentes. Esta cortina tendrá un interlock que impedirá que sea manipulada mientras la máquina se encuentra en operación.

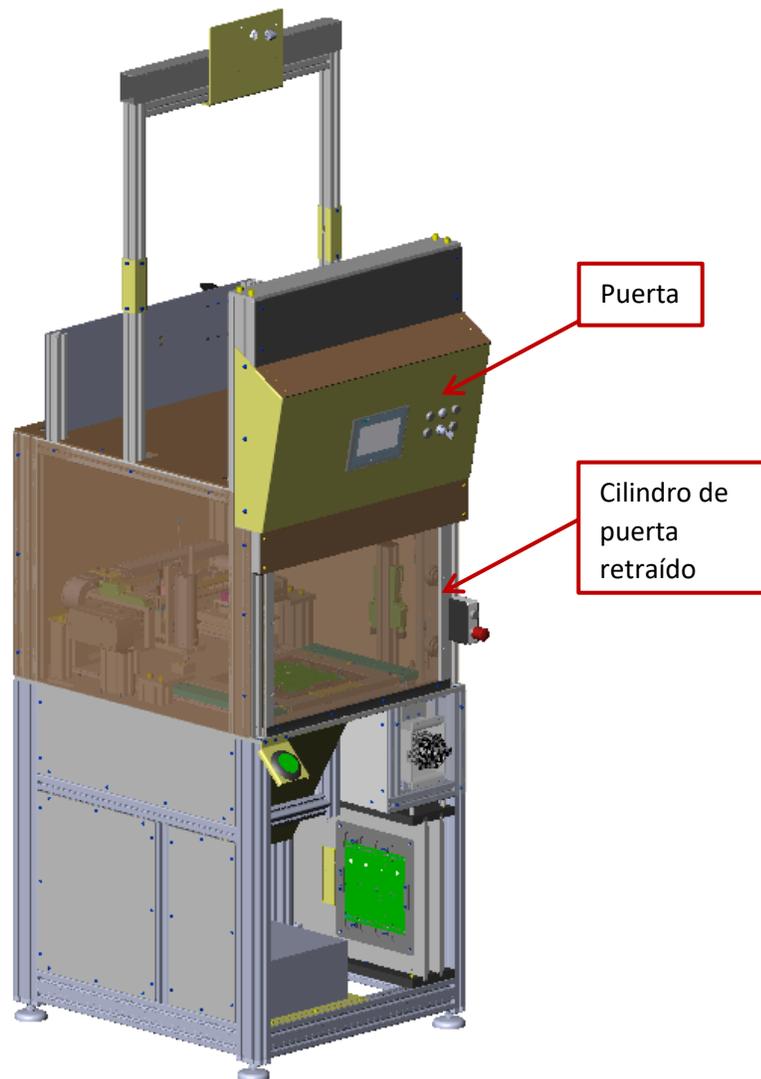


IMAGEN 20.- SISTEMA DE SEGURIDAD

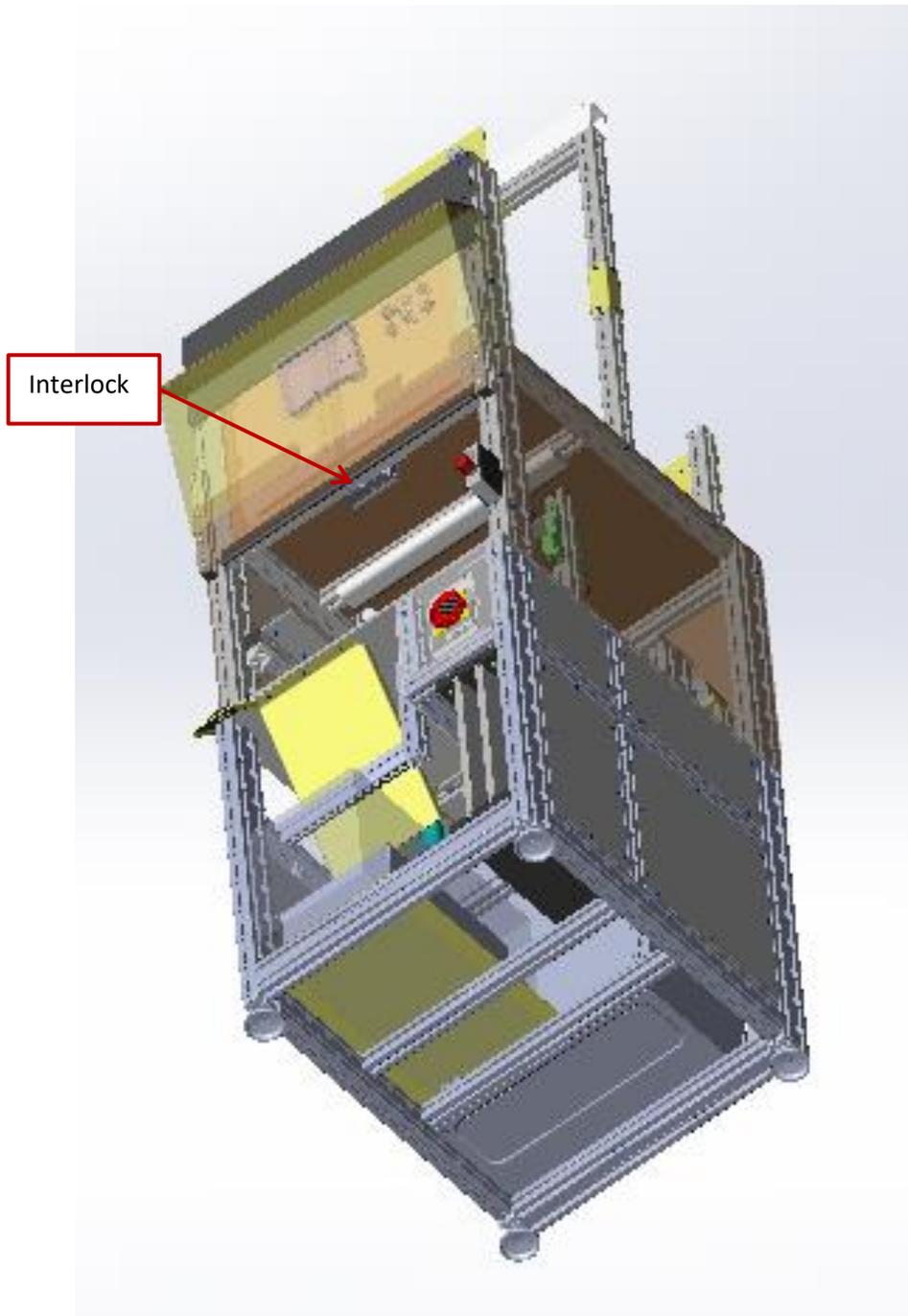
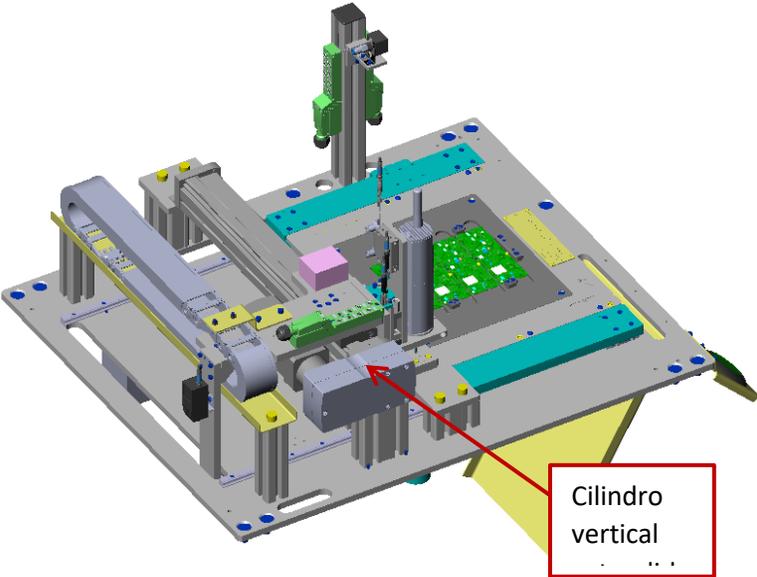
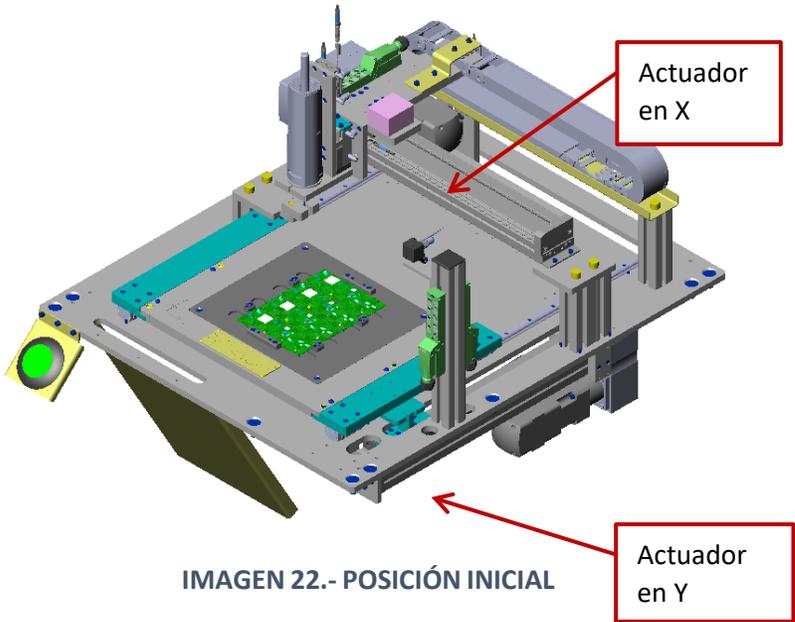


IMAGEN 21.- SISTEMA DE SEGURIDAD

Los actuadores en X y en Y posicionan el cabezal de corte y un cilindro vertical se extiende y baja el cabezal de corte.



Al momento de realizar el corte, por la parte inferior se tendrá que realizar un aspirado para evitar la acumulación de residuos en la máquina. El mecanismo móvil de boquilla cuenta con una guía lineal para reforzar el movimiento de la misma.

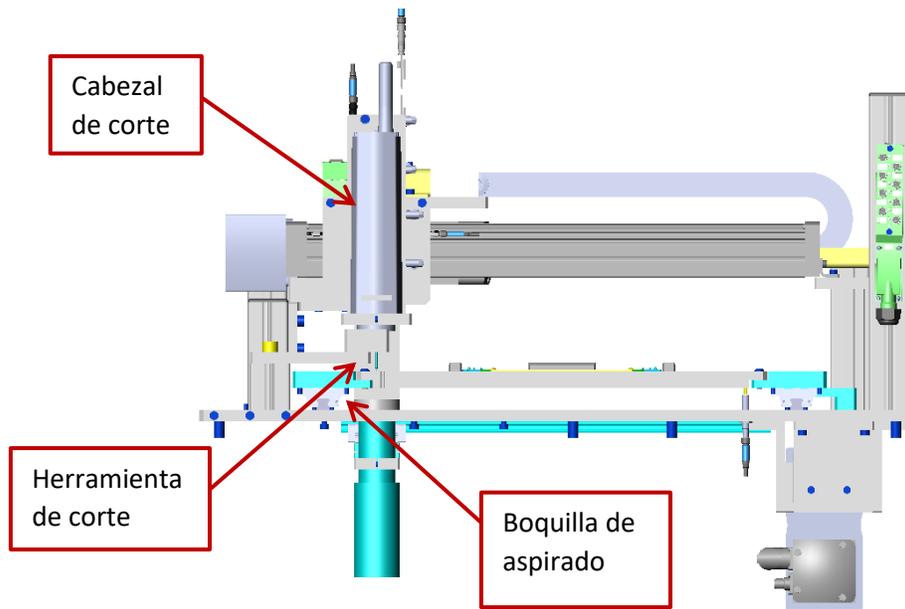


IMAGEN 24.- CORTE

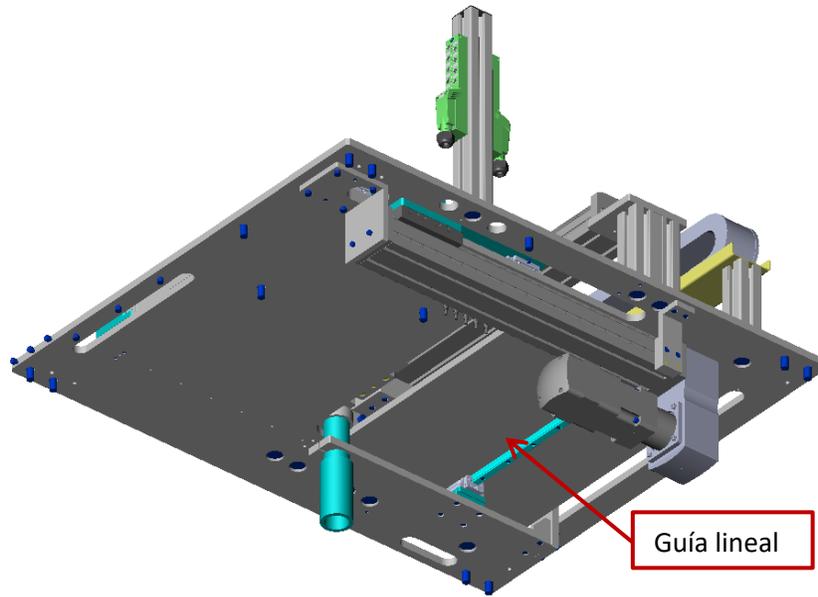


IMAGEN 25.-MECANISMO MÓVIL DE BOQUILLA

Una vez que se realicen todos los cortes necesarios, la máquina regresará a su estado de HOME.

CAPITULO 5

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

5.1 RESULTADOS

De acuerdo con lo presentado en el capítulo 4, el ensamble completo se compone de 3 partes principales:

- Bancada: Parte inferior de la máquina en la cual se colocará el herramental que servirá para la operación indicada

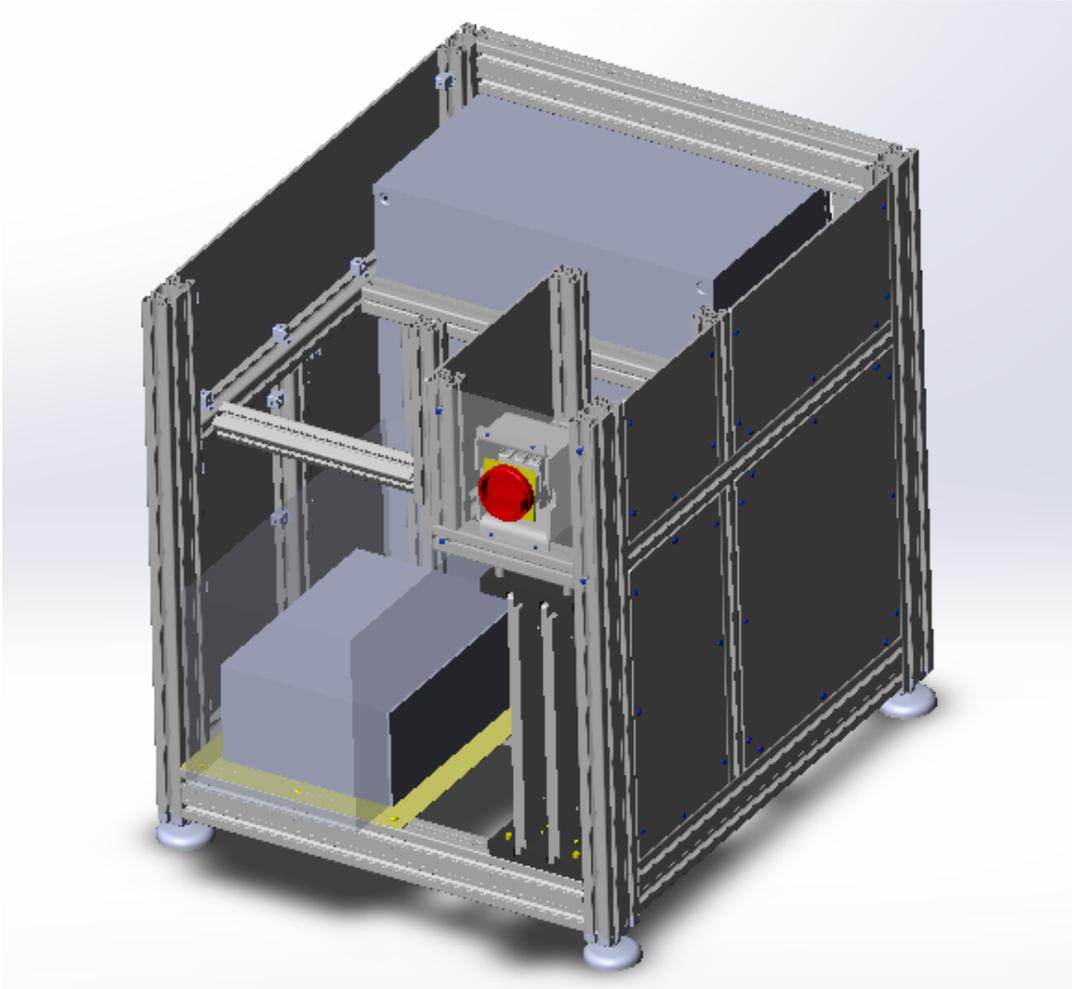


IMAGEN 26.- BANCADA

- Cierre: Parte superior de la máquina esta parte de la maquina no siempre lo lleva, esto dependerá de la operación que se tenga que realizar y de la necesidades de seguridad que requiera la máquina, por ejemplo, cuando es peligroso que el operador tenga la posibilidad de que a mitad del proceso por equivocación o descuido introduzca alguna parte de su cuerpo dentro de la máquina y esto traiga consigo algún tipo de accidente, es necesario cerrar el herramental e implementarle mecanismos que ayuden a detener el proceso de la máquina en caso de detectar alguna parte del cuerpo del operador, en algunos casos donde el proceso no demanda tanta seguridad se pueden implementar dos opto touch que sirven para dar inicio al ciclo mientras el operador tenga las dos manos en los opto touch (este tipo de sistema de seguridad es implementado generalmente en prensados, esto con la intención de evitar que el operador de ciclo con alguna mano adentro de la prensa.)

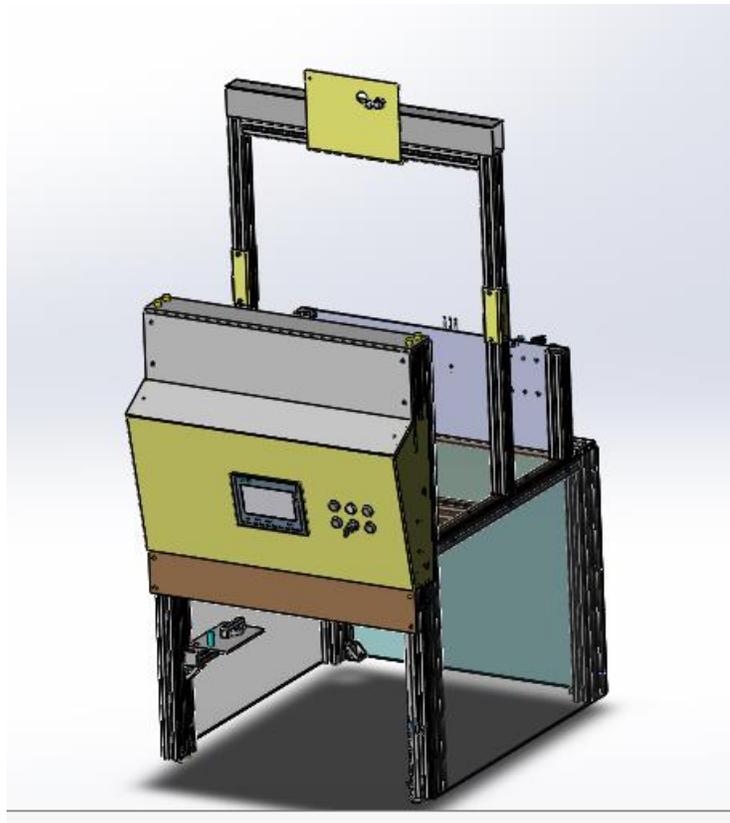


IMAGEN 27.-CIERRE

- Herramental de fresado: Esta es la parte medular de la máquina en donde se incorporan todos los mecanismos diseñados para ejecutar la operación, así como las partes comerciales que el diseñador ha seleccionado; en este caso el herramental consiste en un conjunto de cilindros neumáticos, cadena para cables, un cortador, sensores, opto touch, materiales maquinados, entre otros elementos que constituyen la máquina de fresado de los pallets de pcb por medio del cortador especial que arroja la viruta hacia abajo.

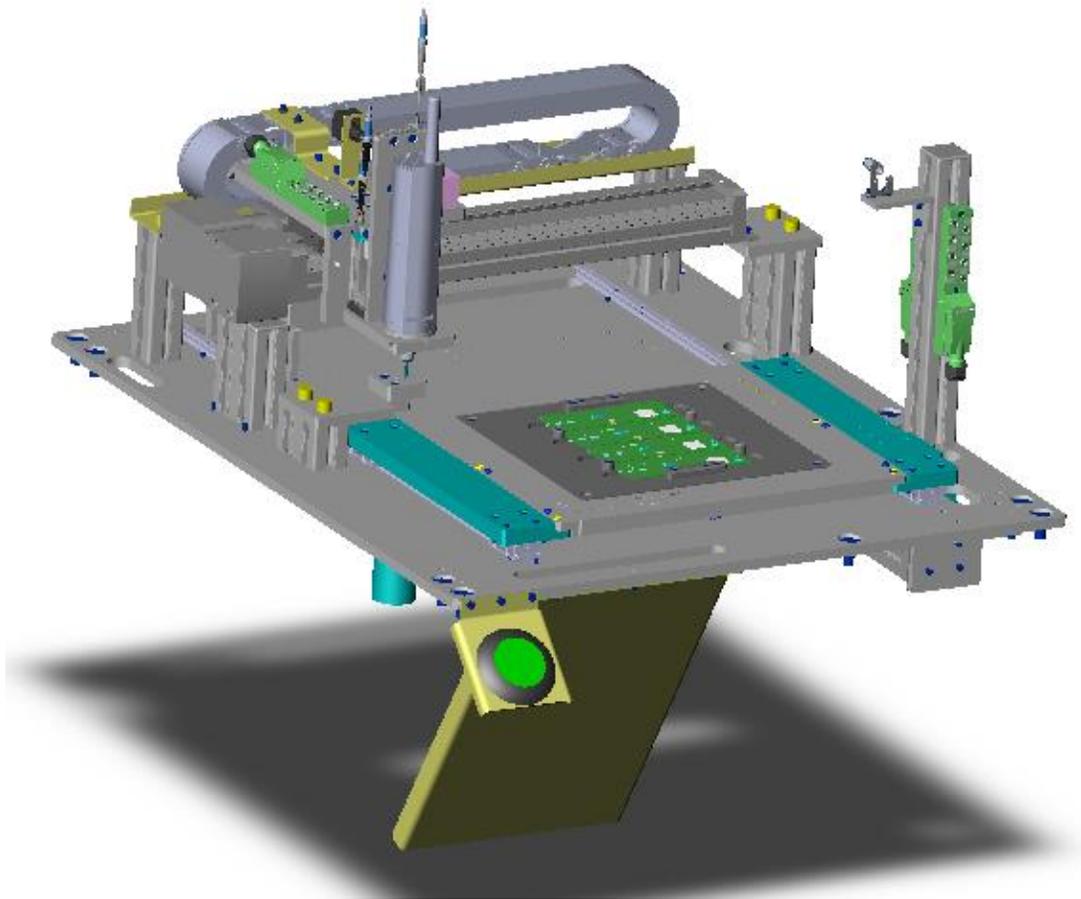


IMAGEN 28.- HERRAMENTAL

Máquina completa:

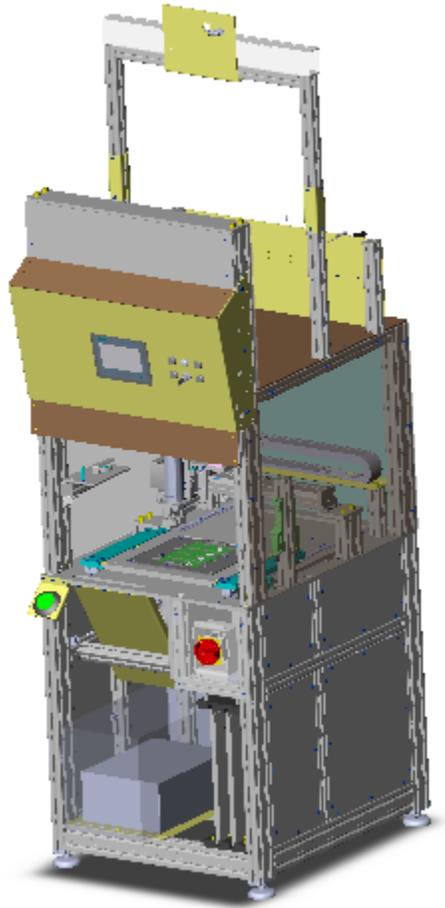


IMAGEN 29.- MÁQUINA DE FRESADO

Una vez que se ha concluido la fase de diseño mecánico, y que el cliente ha validado la máquina, se empiezan a realizar los planos de fabricación de las piezas diseñadas para poder mandar las piezas a maquinar y comprar. Posteriormente se entra a la etapa de montaje y puesta a punto (calibración de la máquina), en donde se ajustan las piezas mecánicas y eléctricas de la máquina y en caso de ser necesario se mandan a modificar piezas que no cumplen con su función establecida.

A continuación, se muestran las imágenes de la maquina real ya ensamblada:

Tenemos en esta primera imagen la platina neumática junto con su unidad de mantenimientos y su manifold para la inserción de las válvulas, así como también un presostato para medir la presión del sistema



IMAGEN 30.- PLATINA NEUMÁTICA

Tenemos en la siguiente imagen el nido del pallet que contiene los pcb's; con ayuda de unos pines excéntricos logramos apretar el pallet en su lugar y evitar que se mueva o salga de su posición durante el proceso.

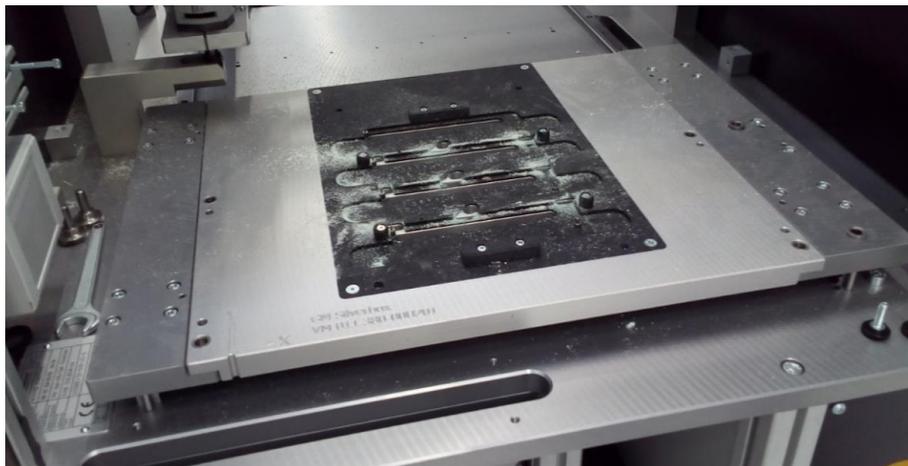


IMAGEN 31.-NIDO PALLET

En la siguiente imagen podemos apreciar la pantalla HMI además de la llave de encendido y sus botones de paro de emergencia e inicio de ciclo



IMAGEN 32.- VISTA FRONTAL DE MAQUINA DE FRESADO 1

En la siguiente imagen podemos apreciar la maquina con la cortina cerrada y con el opto touch a un lado



IMAGEN 33.- VISTA FRONTAL DE MÁQUINA DE FRESADO 2

A continuación podemos apreciar el sistema de aspirado por medio de la aspiradora marca powerjet que nos ayudará a limpiar todas las virutas que el proceso de fresado de la pcb



IMAGEN 34.- VISTA LATERAL DE MÁQUINA DE FRESADO

Y por último tenemos una imagen de la parte trasera de la máquina en donde se pueden apreciar la platina neumática, la aspiradora, el sistema portacables por medio de una cadena, etc.



IMAGEN 35.- VISTA TRASERA DE MÁQUINA DE FRESADO

5.2.- CONCLUSIÓN

El anterior proyecto fue de gran importancia para mi formación profesional al poder ver más a fondo la responsabilidad de un diseñador mecánico y las responsabilidades que conlleva realizar una máquina, así como las consideraciones de ajuste que se deben tomar cuando se va a realizar una pieza para cualquier máquina, también las tolerancias tanto de acabado, de exactitud y de geometría que se deben tomar en cuenta a la hora de diseñar un elemento tomando en cuenta la responsabilidad que llevará la pieza dentro de la máquina y el proceso, así como las fases de diseño que se realizan dentro de Mondragon Assembly que se dedica a realizar máquinas a otras empresas de carácter industrial; el anterior proyecto tiene como objetivo además de dar solución a un problema dentro de la industria BHTC, realizar las operaciones de fresados en pallets de pcb de manera eficiente y garantizar que todo el proceso sea realizado de la manera más segura posible, este proyecto es resultado de un arduo trabajo e imaginación por parte del diseñador en este caso su servidor para poder realizar una máquina con ayuda de elementos tanto comerciales y maquinados a la medida de los requerimientos de la máquina.

El tener la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales en una empresa como lo es Mondragon Assembly me ayudó a fortalecer y aplicar mis conocimientos adquiridos de manera teórica en la escuela y poder aplicarlos en la vida real, esto me dejó una gran experiencia y me ayudó a formarme de manera profesional y me fortaleció en un área en específico de la ingeniería la cual se le conoce como diseño mecánico.

FUENTES DE INFORMACION

Assembly, M. (s.f.). *MONDRAGON ASSEMBLY*. Obtenido de MONDRAGON ASSEMBLY:
<http://www.mondragon-corporation.com/experiencia-cooperativa/historia/>

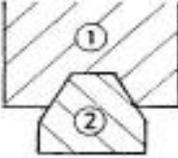
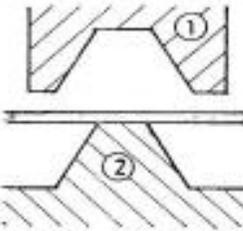
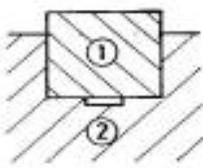
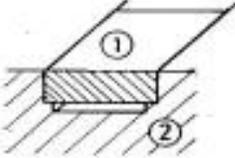
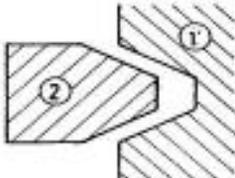
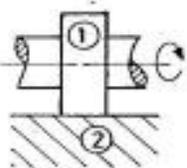
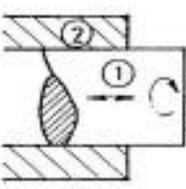
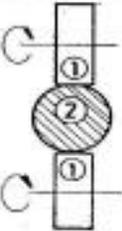
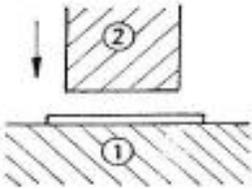
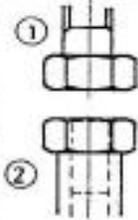
ASSEMBLY, M. (s.f.). *MONDRAGON ASSEMBLY*. Obtenido de MONDRAGON ASSEMBLY:
<http://www.mondragon-corporation.com/sobre-nosotros/gobernanza/mision-vision-valores/>

Budynas, R. &. (2012). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley* (Novena ed.). Mexico: McGrawHill.

Jensen, C. (2010). *Dibujo y diseño en ingeniería*. Mexico: Mc Graw Hill.

ANEXOS

Materiales y tratamientos

MATERIALES Y TRATAMIENTOS	
GUIA Y CARRO  <ul style="list-style-type: none"> ① P-522 Templado ② P-155 Cementado 60-62 HRC 	DEFORMACION  <ul style="list-style-type: none"> ① P-522 Templado 56-58 HRC Sur-sulf ② P-522 Templado 56-58 HRC Sur-sulf
GUIA Y CARRO  <ul style="list-style-type: none"> ① P-522 Templado ② P-155 Cementado 60-62 HRC 	PLATILLO - GUIA  <ul style="list-style-type: none"> ① P-114 Sur-sulf ② P-114 Sur-sulf
ENCLAVAMIENTO - GOLPE  <ul style="list-style-type: none"> ① P-114 Sur-sulf ② P-114 Carbonitrurado 	RODAM. SOBRE SUPERFICIE PLANA  <ul style="list-style-type: none"> ① Comercial ② P-522 Templado 62-63 HRC
DESLIZAMIENTO Y GIRO  <ul style="list-style-type: none"> 1 P-125 Tratado Sur-Sulf 2 P-125 Tratado sur-Sulf Grandes esfuerzos 1 P-155 Cementado 2 P-522 Templado 60 - 62 HRC 	RODAMIENTO SOBRE EJE  <ul style="list-style-type: none"> ① Comercial ② P-155 Cementado 1,50 mm prof.
DEFORMACION - GOLPE  <ul style="list-style-type: none"> ① P-522 Templado 56-58 HRC ② P-522 Templado 56-68 HRC 	TOPE MECANICO  <ul style="list-style-type: none"> 1 Tornillo comercial 2 P-114 Carbonitrurado

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

TRATAMIENTO	MATERIALES A LOS QUE SE PUEDE DAR	RESISTENCIA A LA CORROSION	DUREZA SUPERFICIAL	COLOR	AUMENTO DE MEDIDA	OBSERVACIONES
ANODIZADO	ALUMINIO Y ALUMINIO FUNDIDO	SI, DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA CAPA QUE SE DE	HASTA 180 VICKERS 8 HRC	EL QUE SE DESEE (AZUL, ROJO, AMARILLO)	NO,	HABRA VARIACION DE MEDIDA SIEMPRE QUE SE HAGA UN SATINADO, LA CAPA DE ANODIZADO PUEDE SER DESDE 5 μ HASTA 25 μ DEPENDIENDO DEL USO QUE SE LE QUIERA DAR
ANODIZADO DURO (VER CUADERNO ADJUNTO)	ALUMINIO	SI, SEGUN LA CAPA SE PUEDE CONSIDERAR INALTERABLE	HASTA 500 VICKERS 50 HRC	MARRON OSCURO ALUMINIO CON ALEACION DE COBRE MARRON CLARO	SI, LA HITAD DE LA CAPA QUE SE DE POR CADA CAPA	ESPECIAL PARA CAMISAS DE CILINDROS, RESISTENTE AL DESGASTE Y AL CALOR EL ESPESOR DE LA CAPA PUEDE SER DESDE 5 μ HASTA 200 μ SEGUN NECESIDAD
CROMO NEGRO	ACEROS	SI, 60 VECES MAS QUE UN PAINONADO NORMAL	SI,	NEGRO BRILLANTE	SI, SEGUN LA CAPA QUE SE DESEE	PARA PIEZAS DE UN ALTO GRADO DE ACABADO EXTERIOR (ESCOPETAS)
CROMO DURO (VER CUADERNO ADJUNTO)	ACEROS, FUNDICION ALUMINIO (ESPECIAL) BRONCE, LATON	SI,	HASTA 4000 VICKERS 63 ± 69 HRC	GRIS CLARO	SI, LO QUE SE DESEE DESDE 1 μ HASTA 1000 μ DE μ/μ	A MAYOR CAPA MAYOR RUGOSIDAD, AUMENTO CONSIDERABLE DE MEDIDA EN ARISTAS VIVAS Y ENTRADAS DE AGUJEROS, SE PUEDE DAR LA CAPA EN LA ZONA QUE SE DESEE, ADMITE RECTIFICADO POSTERIOR
SUR-SULF (VER CUADERNO ADJUNTO)	ACEROS, FUNDICION Y ACEROS INOX.	SI, APROX. 60 HORAS EN NIEBLA SALINA	60 ± 70 HRC	GRIS CLARO EN ACEROS Y GRIS MAS OSCURO EN FUND. Y ACEROS INOX.	SI, MEDIDAS INTERIORES DISH. 0.02 μ/μ, MEDIDAS EXTERIORES AUMENTA 0.02 μ/μ	PROFUND. MAX. DE TRATA. 0.04 μ/μ (SOBRE PEDIDO) PROFUND. NOMINAL DE TRATA. 0.02 μ/μ ESPECIAL PARA DESLIZAMIENTO Y ANTIGRIPAJE NO ADMITE RECTIFICADO POSTERIOR. TEMPERATURA DE SUR-SULF - 570 °C
SUR-SULF-OXINIT (VER CUADERNO ADJUNTO)	IGUAL QUE SUR-SULF	IGUAL QUE SUR-SULF	IGUAL QUE SUR-SULF	NEGRO BRILLANTE	IGUAL QUE SUR-SULF	ESTE TRATAMIENTO SE DA A PIEZAS CON SUR-SULF DESPUES DE HABER SIDO PULIDAS

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

TRATAMIENTO	MATERIALES A LOS QUE SE PUEDE DAR	RESISTENCIA A LA CORROSION	DUREZA SUPERFICIAL	COLOR	AUMENTO DE MEDIDA	OBSERVACIONES
GALVANIZADO NEGRO	ACEROS	SI, 100 HORAS NIEBLA SALINA	NO	NEGRO	SI	TRATAMIENTO BUENO CONTRA LA CORROSION, EL ESPESOR DE LA CAPA NO SE CONTROLA BIEN
NIKEL QUIMICO (VER CUADERNO ADJUNTO)	ACEROS, ALUMINIO, LATON, BRONCES	SI, DE 100 A 1000 HORAS DE NIEBLA SALINA SEGUN ESPESOR DE CAPA	HASTA 500 VICKERS 48 ± 5.2 HRC HASTA 1000 VICKERS 65 ± 10 HRC	GRIS BRILLANTE	SI, DE 5 μ A 75 μ	PARA AUMENTAR LA DUREZA DE 500 A 1000 VICKERS HAY QUE SOFETER A LA PIEZA A UNA TEMPERATURA DE 400°C DURANTE UNA HORA. EL NIKEL QUIMICO ESTA HOMOLOGADO PARA LA INDUSTRIA ALIMENTICIA
NITRURACION	ACEROS, FAMILIA DEL F-130	NO	HASTA 1100 VICKERS 65 ± 71 HRC	GRIS OSCURO BRILLANTE	NO	PIEZAS SOFETIDAS A FUERTE ROZAMIENTO, NO ADHITE RECTIFICADOS POSTERIORES, TEMPERATURA DE NITRURACION DE 500 ± 525°C
NITRURO DE TITANIO (VER CUADERNO ADJUNTO)	ACEROS, TEMPLADOS Y REVENIDOS	SI	HASTA 2300 VICKERS 88 HRC	AMARILLO BRILLANTE	SI, DE 1 μ A 4 μ DE μ/mm	SE LES PUEDE DAR A TODOS LOS ACEROS TEMPLADOS CUYO REVENIDO HAYA SIDO SUPERIOR A LOS 525°C TEMPERATURA DEL TRATAMIENTO INFERIOR A LOS 500°C
PAVONADO	ACEROS Y FUNDICIONES DE HIERRO	SI, Poca DE 10 ± 15 HORAS DE NIEBLA SALINA	NO	NEGRO	NO	TRATAMIENTO BARATO PERO DE Poca PROTECCION

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

TRATAMIENTO	MATERIALES A LOS QUE SE PUEDE DAR	RESISTENCIA A LA CORROSION	DUREZA SUPERFICIAL	COLOR	AUMENTO DE MEDIDA	OBSERVACIONES
ANODIZADO	ALUMINIO Y ALUMINIO FUNDIDO	SI, DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA CAPA QUE SE DE	HASTA 180 VICKERS 8 HRC	EL QUE SE DESEE (AZUL, ROJO, AMARILLO)	NO,	HABRA VARIACION DE MEDIDA SIEMPRE QUE SE HAGA UN SATINADO, LA CAPA DE ANODIZADO PUEDE SER DESDE 5 μ HASTA 25 μ DEPENDIENDO DEL USO QUE SE LE QUIERA DAR
ANODIZADO DURO (VER CUADERNO ADJUNTO)	ALUMINIO	SI, SEGUN LA CAPA SE PUEDE CONSIDERAR INALTERABLE	HASTA 500 VICKERS 50 HRC	MARRON OSCURO ALUMINIO CON ALEACION DE COBRE MARRON CLARO	SI, LA HITAD DE LA CAPA QUE SE DE POR CADA CAPA	ESPECIAL PARA CAMISAS DE CILINDROS, RESISTENTE AL DESGASTE Y AL CALOR EL ESPESOR DE LA CAPA PUEDE SER DESDE 5 μ HASTA 200 μ SEGUN NECESIDAD
CROMO NEGRO	ACEROS	SI, 60 VECES MAS QUE UN PAINONADO NORMAL	SI,	NEGRE BRILLANTE	SI, SEGUN LA CAPA QUE SE DESEE	PARA PIEZAS DE UN ALTO GRADO DE ACABADO EXTERIOR (ESCOPETAS)
CROMO DURO (VER CUADERNO ADJUNTO)	ACEROS, FUNDICION ALUMINIO (ESPECIAL) BRONCE, LATON	SI,	HASTA 4000 VICKERS 63 ± 69 HRC	GRIS CLARO	SI, LO QUE SE DESEE DESDE 1 μ HASTA 1000 μ DE μ/μ	A MAYOR CAPA MAYOR RUGOSIDAD, AUMENTO CONSIDERABLE DE MEDIDA EN ARISTAS VIVAS Y ENTRADAS DE AGUJEROS, SE PUEDE DAR LA CAPA EN LA ZONA QUE SE DESEE, ADMITE RECTIFICADO POSTERIOR
SUR-SULF (VER CUADERNO ADJUNTO)	ACEROS, FUNDICION Y ACEROS INOX.	SI, APROX. 60 HORAS EN NIEBLA SALINA	60 ± 70 HRC	GRIS CLARO EN ACEROS Y GRIS MAS OSCURO EN FUND. Y ACEROS INOX.	SI, MEDIDAS INTERIORES DISH. 0.02 μ/μ, MEDIDAS EXTERIORES AUMENTA 0.02 μ/μ	PROFUND. MAX. DE TRATA. 0.04 μ/μ (SOBRE PEDIDO) PROFUND. NOMINAL DE TRATA. 0.02 μ/μ ESPECIAL PARA DESLIZAMIENTO Y ANTIGRIPAJE NO ADMITE RECTIFICADO POSTERIOR. TEMPERATURA DE SUR-SULF - 570 °C
SUR-SULF-OXINIT (VER CUADERNO ADJUNTO)	IGUAL QUE SUR-SULF	IGUAL QUE SUR-SULF	IGUAL QUE SUR-SULF	NEGRE BRILLANTE	IGUAL QUE SUR-SULF	ESTE TRATAMIENTO SE DA A PIEZAS CON SUR-SULF DESPUES DE HABER SIDO PULIDAS

T R A T A M I E N T O S T E R M I C O S

MATERIALES	TRATAMIENTO	PROF. DE DUREZA	DUREZA	OBSERVACIONES
F-114	TEMPLE POR INDUCCION	LA PROF. DE LA CAPA PUEDE SER DE 1, 2, 3, 4, 5, m/m SEGUN SE QUIERA, NORHALMEN- TE SE SUELE PEDIR 2. m/m.	55 ÷ 58 HRc	<p>EL TRATAMIENTO PUEDE SER EN TODA LA SUPERFICIE DE LA PIEZA O EN UNA ZONA DETERMINADA SE PUEDEN TEMPLAR TODOS LOS ACEROS QUE TENGAN UN PORCENTAJE DE CARBONO SUPERIOR AL 0.20%, A MAYOR PORCENTAJE DE CARBONO MAYOR DUREZA VER CURVA DE TEMPLE EN HOJA ADJUNTA</p>
F-115	" "	"	58 ÷ 62 HRc	
F-125	" "	"	53 ÷ 57 HRc	
F-127	" "	"	50 ÷ 55 HRc	
F-154	CEMENTADO	1 ÷ 2 m/m.	58 ÷ 60 HRc	<p>EN AJUSTES CILINDRICOS AUMENTAR EL DIAMETRO DEL AGUERO EN 0.05 m/m. ANTES DEL TRATAMIENTO VER CUESTIONES VARIAS SOBRE CEMENTACION EN HOJA ADJUNTA</p>
F-143	TEMPLEADO Y REVENIDO	TRAT. TOTAL	47 ÷ 51 HRc	ACERO PARA RESORTES, PINZAS,
F-521	" "	" "	62 ÷ 63 HRc	<p>DIFICIL RECTIFICADO DESPUES DEL TRATAMIENTO DEFORMACION MINIMA, SIEMPRE QUE VAYA ACOMPAÑADA DE UNA ESTABILIZACION DESPUES DE HABERSE REALIZADO LOS DESBASTES</p>
F-522	" "	" "	62 ÷ 63 HRc	<p>BUN RECTIFICADO DESPUES DEL TRATAMIENTO DEFORMACION MINIMA, SIEMPRE QUE VAYA ACOMPAÑADA DE UNA ESTABILIZACION DESPUES DE HABERSE REALIZADO LOS DESBASTES</p>

PARA PIEZAS DEBILES O CON LONG. MAYOR A 200 ^m/₃
 IMPORTANTE
 ANADIR ENDEZKADO EN HOJA DE TRATAMIENTOS

TABLA 2 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ALUMINIO

Material	Property	Value	Color
Aluminio			
Aluminio 6061-T6	Elastic Modulus	69000 N/mm ²	
	Poisson Ratio	0.33	
	Shear Modulus	26000 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.000024	
	Density	0.002713 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	154 W/m K	
	Specific Heat	963 J/kg K	
	Tensile Strength	290 N/mm ²	
	Yield Strength	241 N/mm ²	

TABLA 3 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL BRONCE

Material	Property	Value	Color
Bronce			
Bronze SAE 62	Elastic Modulus	117000 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.34	
	Shear Modulus	26000 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.00002	
	Density	0.00887 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	74.8 W/m K	
	Specific Heat	377.1 J/kg K	
	Tensile Strength	310 N/mm ²	
	Yield Strength	152 N/mm ²	
BRONZE CDA 844 std (UNS C83800) SAE	Elastic Modulus	92000 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.34	
	Shear Modulus	34000 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.000018	
	Density	0.00877 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	72.5 W/m K	
	Specific Heat	380 J/Kg K	
	Tensile Strength	240 N/mm ²	
	Yield Strength	110 N/mm ²	
ALUMINUM BRONZE CDA 954 UNS C95410	Elastic Modulus	110000 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.316	
	Shear Modulus	41000 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.0000162	
	Density	0.00745 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	59 W/m K	
	Specific Heat	420 J/Kg K	
	Tensile Strength	515 N/mm ²	
	Yield Strength	205 N/mm ²	

TABLA 4 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HASCO

Material	Property	Value	Color
HASCO			
1.173 (Steel 1045)	Elastic Modulus	200000 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.285	
	Shear Modulus	80000 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.0000151	
	Density	0.0080 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	51.9 W/m K	
	Specific Heat	0.486 J/Kg K	
	Tensile Strength	585 N/mm ²	
	Yield Strength	505 N/mm ²	

TABLA 5 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS PLÁSTICOS

Material	Property	Value	Color
Plasticos			
Acetal blanco	Elastic Modulus	2930 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.35	
	Shear Modulus	1010 N/mm ²	
	Density	0.001412 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	0.23 W/m K	
	Specific Heat	1470 J/kg K	
	Tensile Strength	70 N/mm ²	
Acetal negro	Elastic Modulus	2930 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.35	
	Shear Modulus	1010 N/mm ²	
	Density	0.001412 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	0.23 W/m K	
	Specific Heat	1470 J/kg K	
	Tensile Strength	70 N/mm ²	
Acrylic	Elastic Modulus	2280 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.41	
	Shear Modulus	1010 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.0000857	
	Density	0.00119 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	0.19 W/m K	
	Specific Heat	1470 J/Kg K	
	Tensile Strength	76 N/mm ²	
	Yield Strength	89.9 N/mm ²	
Nylamid Blanco (6/6)	Elastic Modulus	2930 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.35	
	Shear Modulus	1190 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.000012	
	Density	0.00114g/mm ³	
	Thermal Conductivity	0.3 W/m K	
	Specific Heat	1630 J/Kg K	
	Tensile Strength	83 N/mm ²	
Yield Strength	69 N/mm ²		

Nylamid Negro (SL)	Elastic Modulus	2930 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.35	
	Shear Modulus	1190 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.000012	
	Density	0.00114g/mm ³	
	Thermal Conductivity	0.3 W/m K	
	Specific Heat	1660 J/Kg K	
	Tensile Strength	83 N/mm ²	
	Yield Strength	69 N/mm ²	
Silicor	Elastic Modulus	112400 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.28	
	Shear Modulus	49000 N/mm ²	
	Density	0.00233 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	124 W/m K	
	Yield Strength	120 N/mm ²	
DELRING	Elastic Modulus	290 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.3	
	Shear Modulus		
	Thermal Expansion Coefficient		
	Density	0.00141 g/mm ³	
	Thermal Conductivity		
	Specific Heat		
	Tensile Strength	40.7 N/mm ²	
	Yield Strength	63 N/mm ²	
UHMW BLANCO	Elastic Modulus	588 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.46	
	Shear Modulus	117 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.000012	
	Density	0.00094 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	0.465 W/m K	
	Specific Heat	1900 J/Kg K	
	Tensile Strength	44.1 N/mm ²	
	Yield Strength	23.4 N/mm ²	

TABLA 6 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ACEROS

Material	Property	Value	Color
Aceros			
Stainless Steel 303	Elastic Modulus	193000 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.28	
	Shear Modulus	75000 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.0000173	
	Density	0.008027 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	16 W/m K	
	Specific Heat	502 J/Kg K	
	Tensile Strength	621 N/mm ²	
	Yield Strength	241 N/mm ²	
	Stainless Steel 304	Elastic Modulus	
Poissons Ratio		0.28	
Shear Modulus		75000 N/mm ²	
Thermal Expansion Coefficient		0.0000173	
Density		0.008027 g/mm ³	
Thermal Conductivity		16 W/m K	
Specific Heat		502 J/Kg K	
Tensile Strength		586 N/mm ²	
Yield Strength		215 N/mm ²	
Stainless Steel 316		Elastic Modulus	193000 N/mm ²
	Poissons Ratio	0.27	
	Shear Modulus	77000 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.0000159	
	Density	.008 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	16.3 W/m K	
	Specific Heat	500 J/Kg K	
	Tensile Strength	515 N/mm ²	
	Yield Strength	205 N/mm ²	
	Steel A36 (Lamina Negra)	Elastic Modulus	200000 N/mm ²
Poissons Ratio		0.33	
Shear Modulus		79300 N/mm ²	
Thermal Expansion Coefficient		0.000012	
Density		0.0027 g/mm ³	

	Thermal Conductivity	16.2 W/m K	
	Specific Heat	480 J/Kg K	
	Tensile Strength	320 N/mm ²	
	Yield Strength	165 N/mm ²	
Steel 1018	Elastic Modulus	200000 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.285	
	Shear Modulus	80000 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.000012	
	Density	0.007885 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	42.7 W/m K	
	Specific Heat	488 J/Kg K	
	Tensile Strength	634 N/mm ²	
	Yield Strength	386 N/mm ²	
	Steel 4140	Elastic Modulus	200000 N/mm ²
Poissons Ratio		0.285	
Shear Modulus		80000 N/mm ²	
Thermal Expansion Coefficient		0.000012	
Density		0.007885 g/mm ³	
Thermal Conductivity		42.7 W/m K	
Specific Heat		473 J/Kg K	
Tensile Strength		655 N/mm ²	
Yield Strength		417 N/mm ²	
Steel 4140T		Elastic Modulus	205000 N/mm ²
	Poissons Ratio	0.29	
	Shear Modulus	80000 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.0000122	
	Density	0.00785 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	42.8 W/m K	
	Specific Heat	473 J/Kg K	
	Tensile Strength	1450 N/mm ²	
	Yield Strength	1345 N/mm ²	
	Steel 9840	Elastic Modulus	210000 N/mm ²
Poissons Ratio		0.28	
Shear Modulus		79000 N/mm ²	
Thermal Expansion Coefficient		0.0000122	
Density		0.0078 g/mm ³	
Thermal Conductivity		14 W/m K	

	Specific Heat	440 J/Kg K	
	Tensile Strength	700 N/mm ²	
	Yield Strength	700 N/mm ²	
Steel 9840T	Elastic Modulus	210000 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.28	
	Shear Modulus	79000 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.0000122	
	Density	0.0078 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	14 W/m K	
	Specific Heat	440 J/Kg K	
	Tensile Strength	700 N/mm ²	
	Yield Strength	700 N/mm ²	
	Steel 8620	Elastic Modulus	
Poissons Ratio		0.285	
Shear Modulus		11600 N/mm ²	
Thermal Expansion Coefficient		0.000012	
Density		0.007865 g/mm ³	
Thermal Conductivity		46.5 W/m K	
Specific Heat		477 J/Kg K	
Tensile Strength		536.4 N/mm ²	
Yield Strength		385.4 N/mm ²	
Steel D2		Elastic Modulus	200000 N/mm ²
	Poissons Ratio	0.285	
	Shear Modulus	77820 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.00001	
	Density	0.00762 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	20.9 W/m K	
	Specific Heat	480 J/Kg K	
	Tensile Strength	800 N/mm ²	
	Yield Strength	785 N/mm ²	
	Steel A2	Elastic Modulus	203000 N/mm ²
Poissons Ratio		0.285	
Shear Modulus		78000 N/mm ²	
Thermal Expansion Coefficient		0.00001	
Density		0.00786 g/mm ³	
Thermal Conductivity			
Specific Heat			

	Tensile Strength		
	Yield Strength		
Steel O1	Elastic Modulus	200000 N/mm ²	
	Poissons Ratio	0.285	
	Shear Modulus	82000 N/mm ²	
	Thermal Expansion Coefficient	0.000011	
	Density	0.00775 g/mm ³	
	Thermal Conductivity	34.5 W/m K	
	Specific Heat	435.5 J/Kg K	
	Tensile Strength	1690 N/mm ²	
	Yield Strength	1500 N/mm ²	

TABLA 7 PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES ESPECIALES

Material	Property	Value	Color
Special			
CPVC	Elastic Modulus	2570 N/mm2	
	Poissons Ratio	0.43	
	Shear Modulus	N/mm2	
	Thermal Expansion Coefficient	0.000039	
	Density	0.00152 g/mm3	
	Thermal Conductivity	0.137 W/m K	
	Specific Heat	J/Kg K	
	Tensile Strength	56.5 N/mm2	
	Yield Strength	N/mm2	
	UNDEFINED	Elastic Modulus	
Poissons Ratio		0.1	
Shear Modulus		1 N/mm2	
Thermal Expansion Coefficient		1	
Density		1 g/mm3	
Thermal Conductivity		1 W/m K	
Specific Heat		1 J/Kg K	
Tensile Strength		1 N/mm2	
Yield Strength		1 N/mm2	