



Tecnológico de Monterrey

**Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey
Campus Estado de México**

**Diseño y Desarrollo de Robots (MR3001B)
Grupo: 102**

Reporte Escrito

Integrantes:

Manlio Abraham Quintana Silva

A01750161

Fecha :

17/03/2022

1.- Datos generales de los miembros del equipo.	2
Introducción	2
2.- Descripción detallada del sistema final, su objetivo y sus partes constitutivas	3
Cabezal	3
Análisis de Cargas	4
Análisis dimensional del espacio alcanzable	6
Diseños CAD	7
Secuencia de acciones del operario	12
Elementos adicionales de la estación	13
Secuencia	13
Descripción programa	13
Lista de medidas de salvaguarda (Safety) implementadas y un Risk Assessment (ANSI RIA).	16
3.- Administración del proyecto (Descripción de la metodología de diseño mecatrónico utilizada, incluyendo calendario de actividades realizadas y responsables).	19
Metodología de Diseño Mecatrónico	19
Calendario de actividades realizadas y responsables	20
Presentación de Resultados	21
Conclusiones	21
Referencias	22
Anexos	22

1.- Datos generales de los miembros del equipo.

Abraham Saavedra Ricalde A01750971
Manlio Abraham Quintana Silva A01750161
Carlos Aarón Pérez Fernández A01379092

Introducción

Este documento reporta todo el procedimiento para lograr un diseño y simulación de una celda de manufactura industrial, todo este proceso se realizó con un equipo conformado por: Carlos Perez Fernandez , Manlio Quintana Silva y Abraham Saavedra Ricalde. El reto consiste en el diseño y desarrollo de una estación de trabajo robotizada en una celda de manufactura industrial, que tiene lugar en el área mecánica y automotriz, ya que tiene el propósito de realizar la soldadura de dos elementos que forman parte de la defensa delantera de una camioneta tipo pickup. Implementamos dos brazos robóticos manipuladores para encontrar una solución óptima a la problemática. Al tener relación con la empresa ABB tuvimos la oportunidad de conocer sus productos que se encuentran en el mercado y también los posicionadores que complementan perfectamente este tipo de

proyectos, entre otros productos, como el software RobotStudio que fue indispensable para la realización de este proyecto.

La planificación y ejecución de este proyecto fue muy retadora, ya que fue el primer contacto con la elaboración de celdas industriales que se tenía, además de tener nulo conocimiento previo de todo el material disponible que tenía ABB para el desarrollo de este tipo de proyectos.

2.- Descripción detallada del sistema final, su objetivo y sus partes constitutivas

Cabezal

Para este proceso industrial se requiere unir dos piezas a través de soldadura láser con movimientos programados de un robot ABB, por ende lo primero que se realizó fue buscar el diseño y especificaciones de la herramienta que se va a utilizar, en este caso el cabezal a utilizar es el modelo YW52 de la empresa precitec, para utilizar este modelo se obtuvo la siguiente información .

TECHNICAL SPECIFICATIONS OF YW52 WELDING HEAD

max. laser power	20 kW
focal lengths collimation	80 mm (NA ≤ 0.25), 100 mm (NA ≤ 0.25), 125 mm (NA ≤ 0.18), 150 mm (NA ≤ 0.15), 185 mm (NA ≤ 0.13), 200 mm (NA ≤ 0.12)
focal lengths focusing	150 to 680 mm
weight	3 to 6 kg, depending on construction
dimensions (standard module)	74 x 74 mm (edges dimension)

Imagen 1 (Datos YW52)

Después de un análisis se llegó a la conclusión de que el cabezal podría pesar aproximadamente 4 kilos ya que el peso depende de su construcción y el aluminio necesita aproximadamente 10 kw con una mezcla de gas de Ar/30% He.

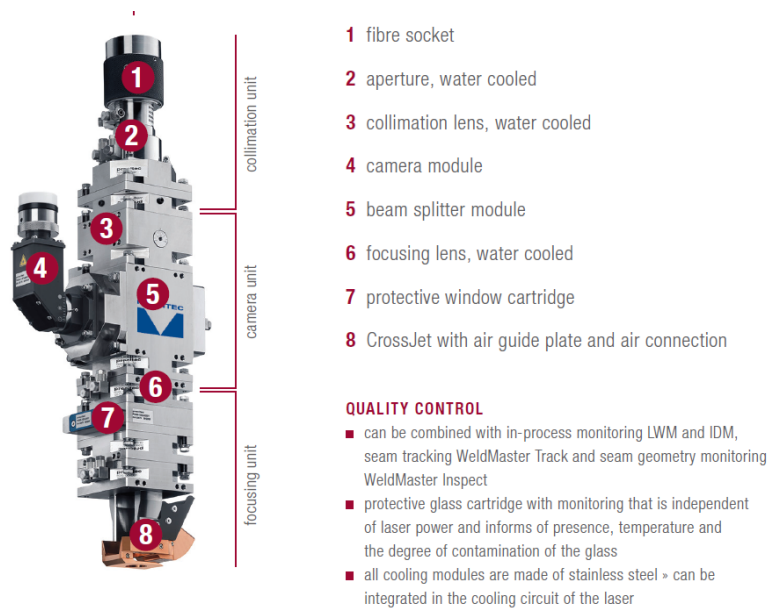


Imagen 2 (cabezal YW 52)

Análisis de Cargas

Después de realizar toda la investigación buscamos robots que logran un buen desempeño con el peso específico de la herramienta y se seleccionó el robot IRB 1600-10/1.2 ya que es el robot que soporta este peso y puede manipularlo sin tener problemas al realizar la trayectoria, de esta forma se evita utilizar un robot más caro y el retorno de inversión sería aún más favorable.

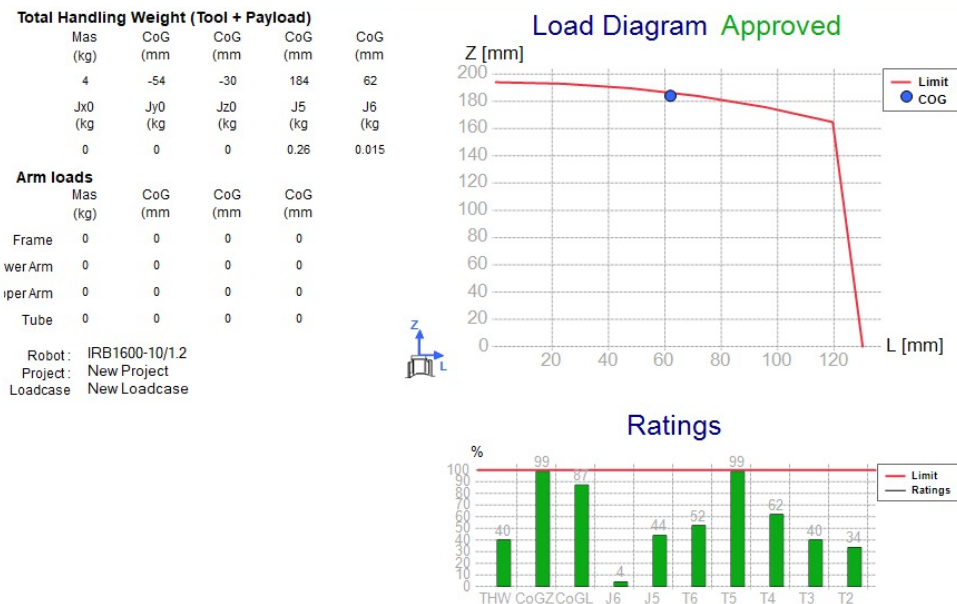


Imagen 3 (Análisis de cargas en RS con RobotLoad)

Se analizó su diagrama de carga y se vio que con la especificación de peso de la herramienta a usar, se podría ocupar el robot sin ningún problema.

Además se realizó un análisis de cargas del TCP donde podemos observar gracias a la datasheet cual es la relación entre distancia y peso del TCP de esta forma podemos calcular cual es la dimensión y peso que podemos agregarle al TCP sin que exista un fallo mecánico.

Como se alcanza a apreciar el cabezal tiene su centro de masa posicionado desde el TCP a una distancia de $[167.18x \ 63.5y \ 85.25z]$ mm con estas medidas podemos interpretar la gráfica de la imagen(4) y deducir que el TCP logra soportar el peso del cabezal.

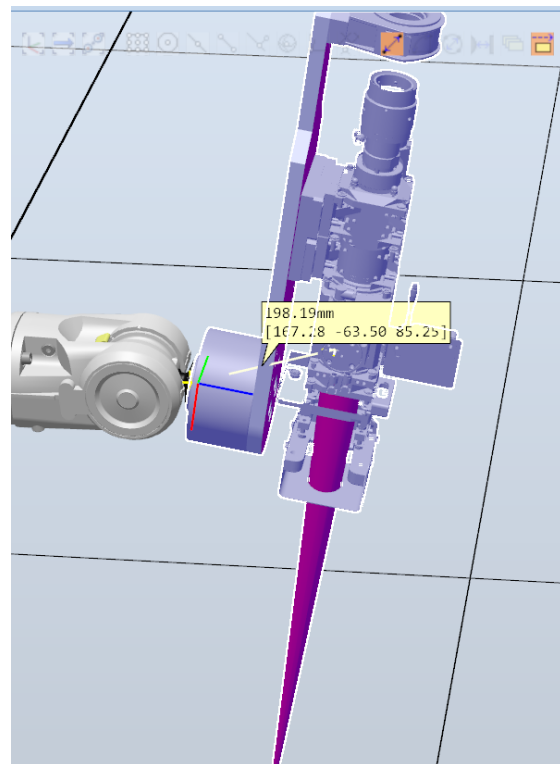
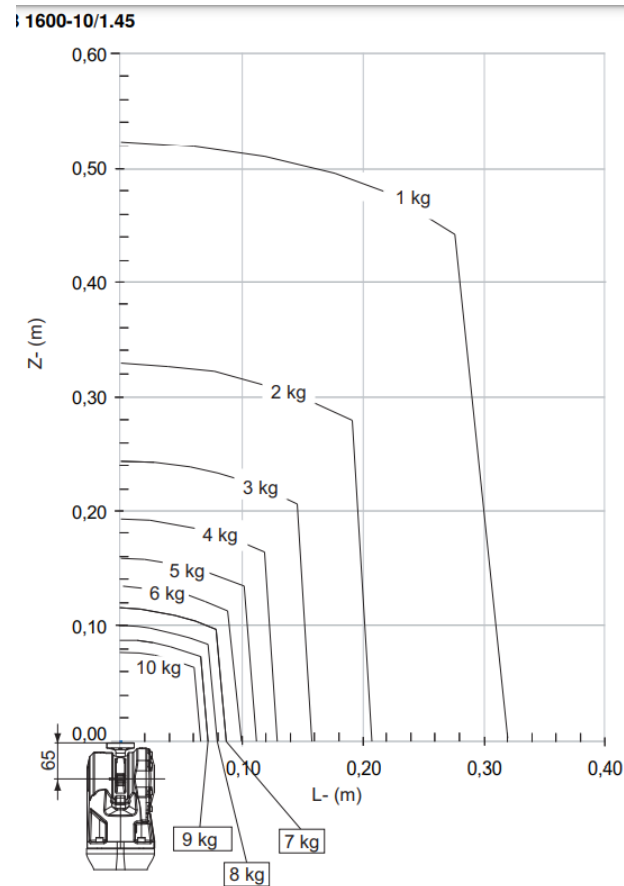


Imagen 4 (Diagrama de carga TCP) Imagen 5 (Centro de masa del cabezal con respecto al TCP)



Imagen 6 (IRB1600 10 kg/ 1.2m)

Asimismo se eligió una mesa posicionadora de la empresa ABB



Imagen 7 (IRBP R 300)

Análisis dimensional del espacio alcanzable

También se realizó el análisis dimensional del espacio alcanzable del TCP

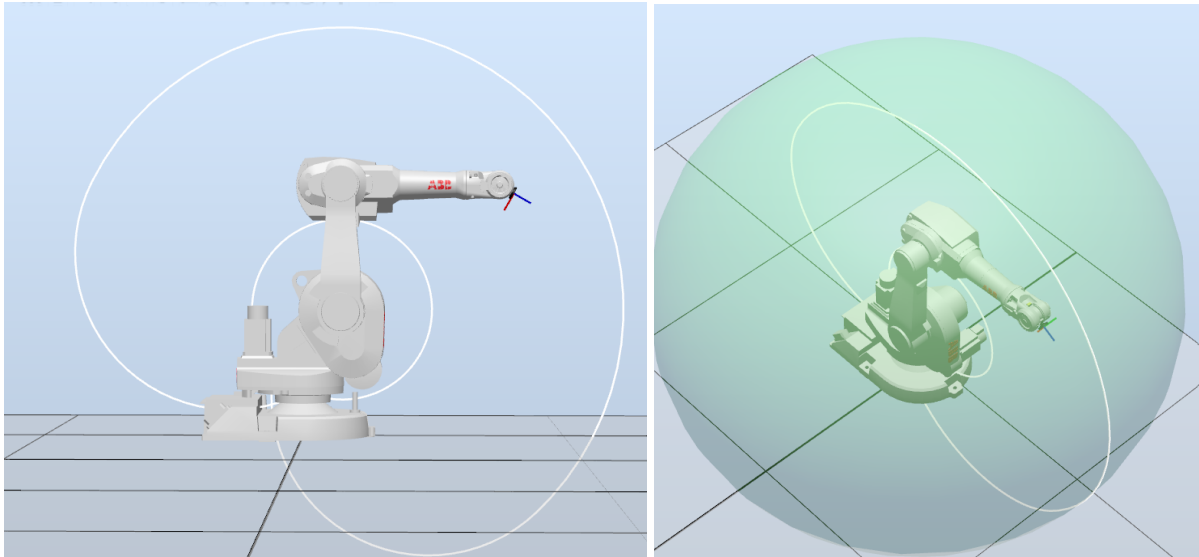


Imagen 8 y 9 (espacio alcanzable del TCP)

Como podemos observar en las imágenes previas el robot IRB 1600 10/1.2 tiene un rango de trabajo bastante amplio, y si lo visualizamos con respecto a nuestra celda como en la imagen (8) podemos observar que el robot no tiene ningún problema en alcanzar el área de trabajo requerida, este robot tiene la capacidad de alcanzar 1.2 metros de distancia con su TCP desde su centro de masa. Este robot tiene la distancia ideal ya que puede alcanzar más de la distancia que se requiere por lo que no tiene ningún inconveniente para que pudiera ser utilizado en nuestro diseño de la celda.

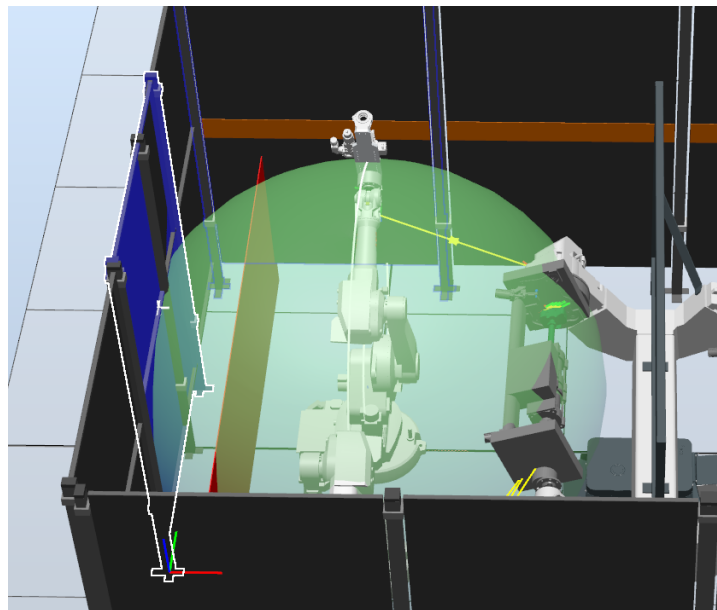


Imagen 10 (Espacio alcanzable del TCP en la celda)

Diseños CAD

Para la realización del tooling se ocupó el software solidworks para realizar los diseños CAD para lograr implementar este tooling.

En la idea desarrollada se decidió que la pieza sería soldada de forma vertical por lo que principalmente se desarrolló una placa base donde se añadieron unos topes o sobresalientes donde la placa a soldar embona de manera casi exacta (Imagen 9).

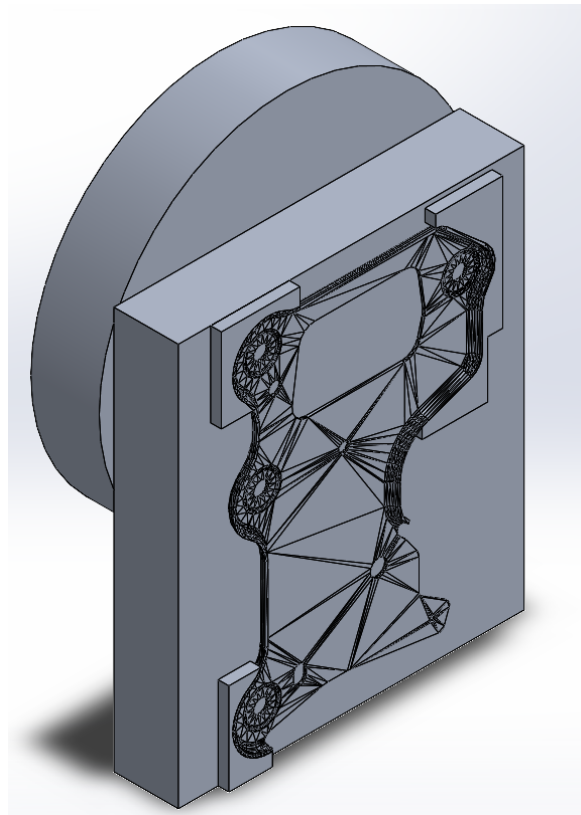


Imagen 11 (Base principal para la retención de la placa)

Sin embargo, al haber riesgo de que esta pieza se cayera por la gravedad y la fuerza centrífuga de la mesa posicionadora al cambiar de posición se implementó un clamp neumático que garantiza que la pieza esté en todo momento en su posición.

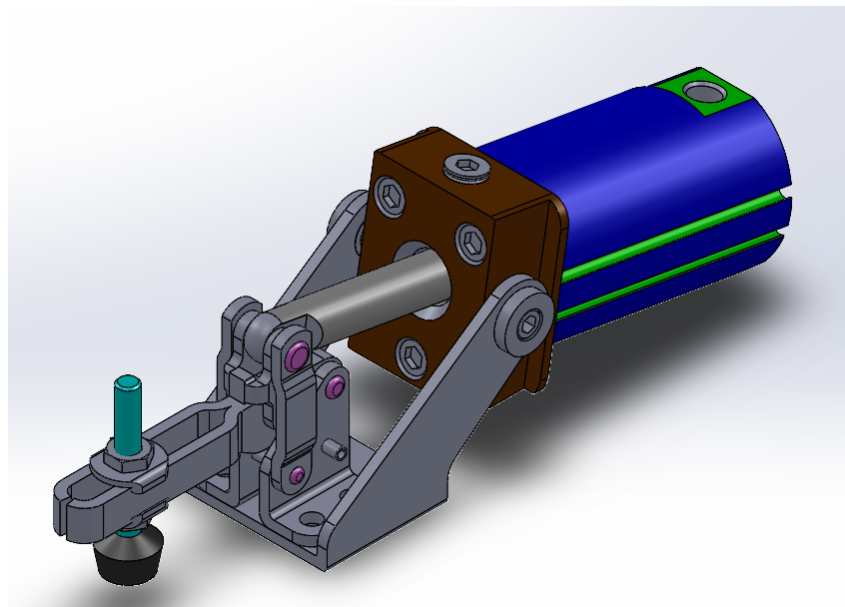


Imagen 12 (Clamp neumático)

Más adelante se desarrolló un esqueleto principal que está unido a la base principal y tiene una base principal en cada esquina, esto debido a que el posicionador tiene un contrapunto que aprovecharemos.

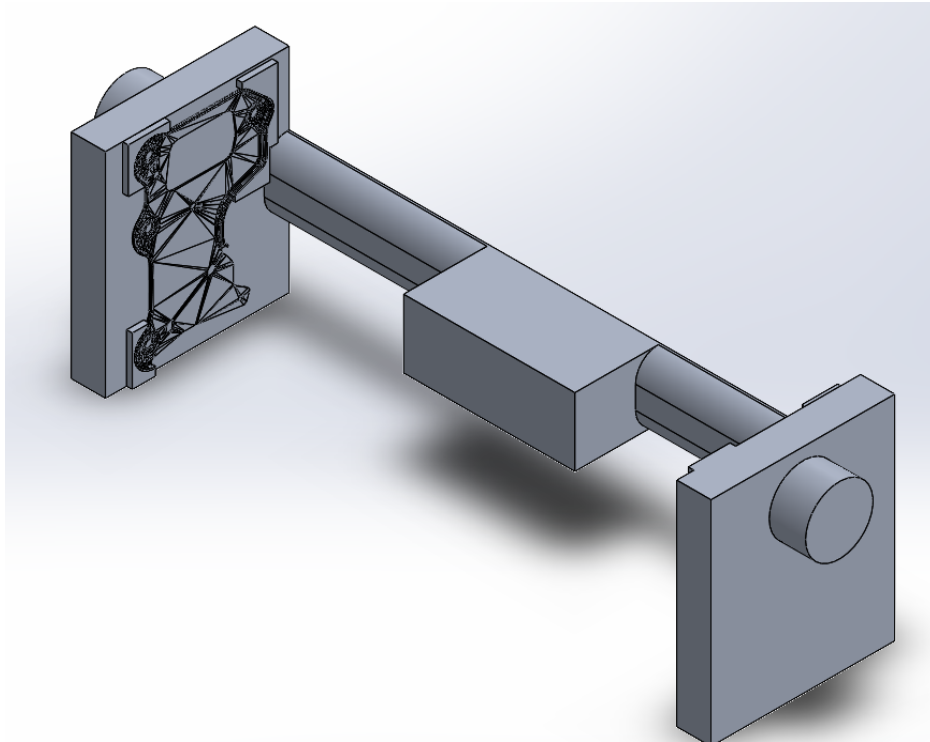


Imagen 13 (Esqueleto o estructura principal)

Posteriormente se implementó un pistón neumático que estará sujeto a la estructura o esqueleto principal, la función de este pistón es mantener sujeta la caja a la placa para que el robot soldador haga su trabajo sin riesgo a que se mueva de posición

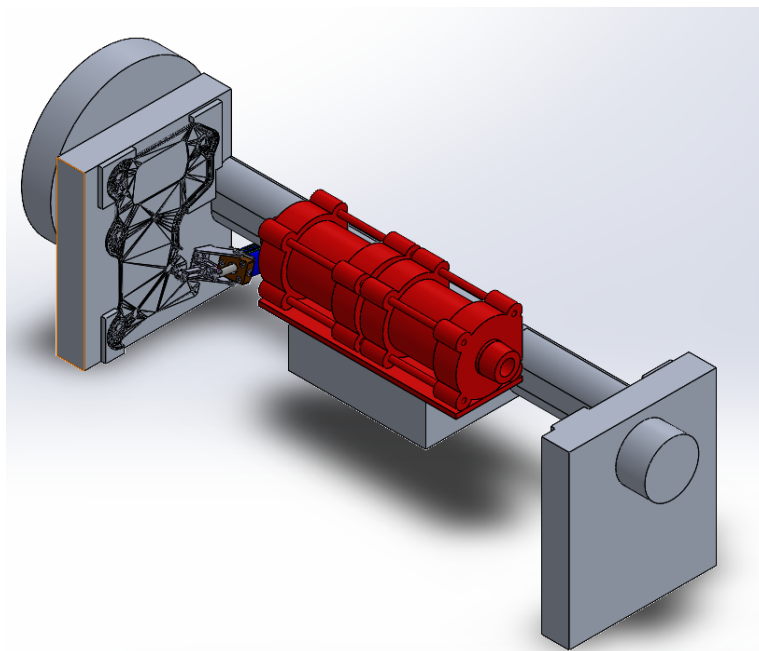


Imagen 14 (Visualización del pistón en la estructura)

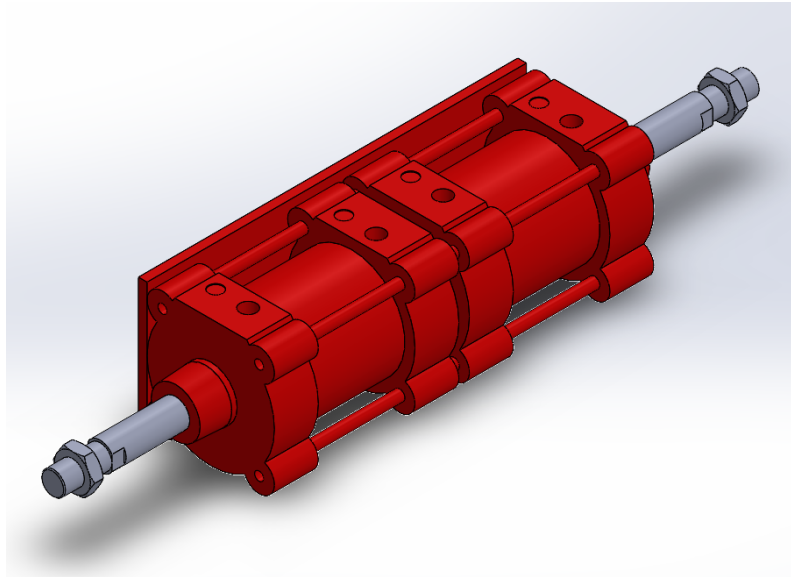


Imagen 15 (CAD del Pistón)

Por último se desarrolló una nueva estructura que busca que la caja embone de manera perfecta, y que mantenga su posición posicionando y presionando contra la placa en la que será soldada

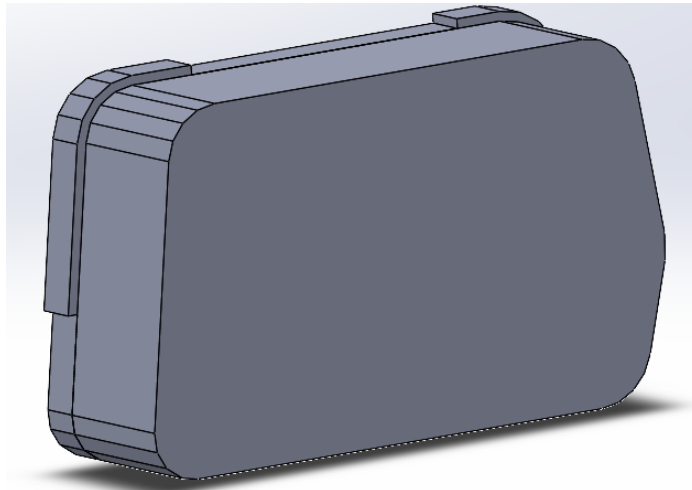


Imagen 16 (Pieza de embonaje)

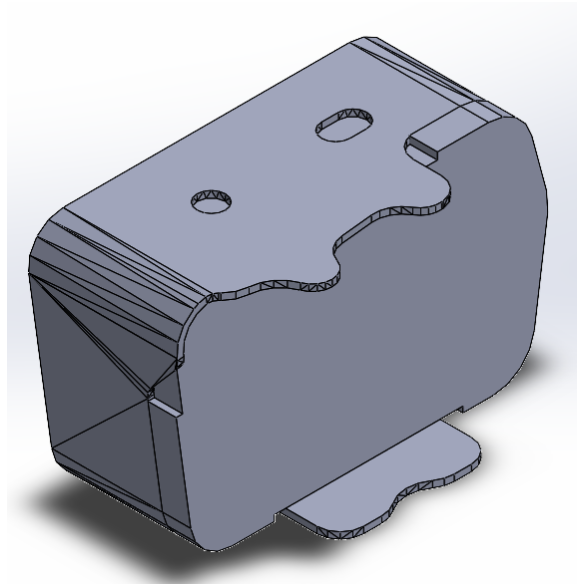


Imagen 17 (Pieza de embonaje con caja)

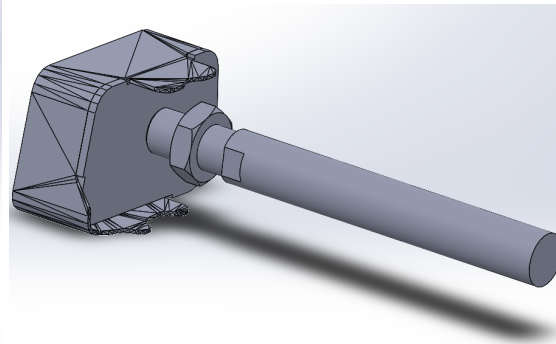
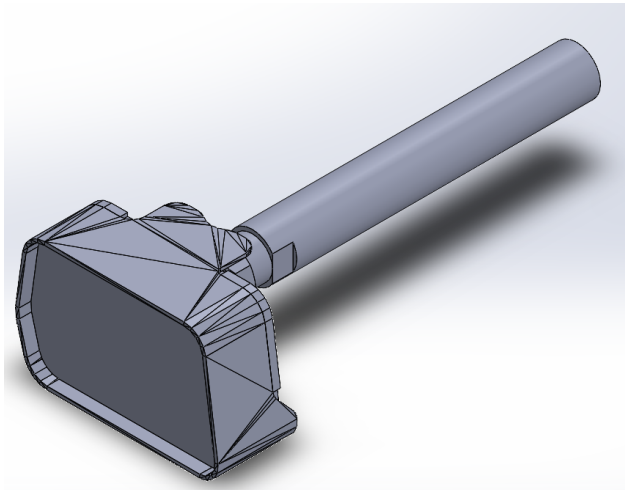


Imagen 18 y 19(Pieza de embonaje con caja y vastago)

Al final se unieron todos los diseños CAD en un solo ensamblaje de manera que el producto final se puede apreciar en la imagen 18.

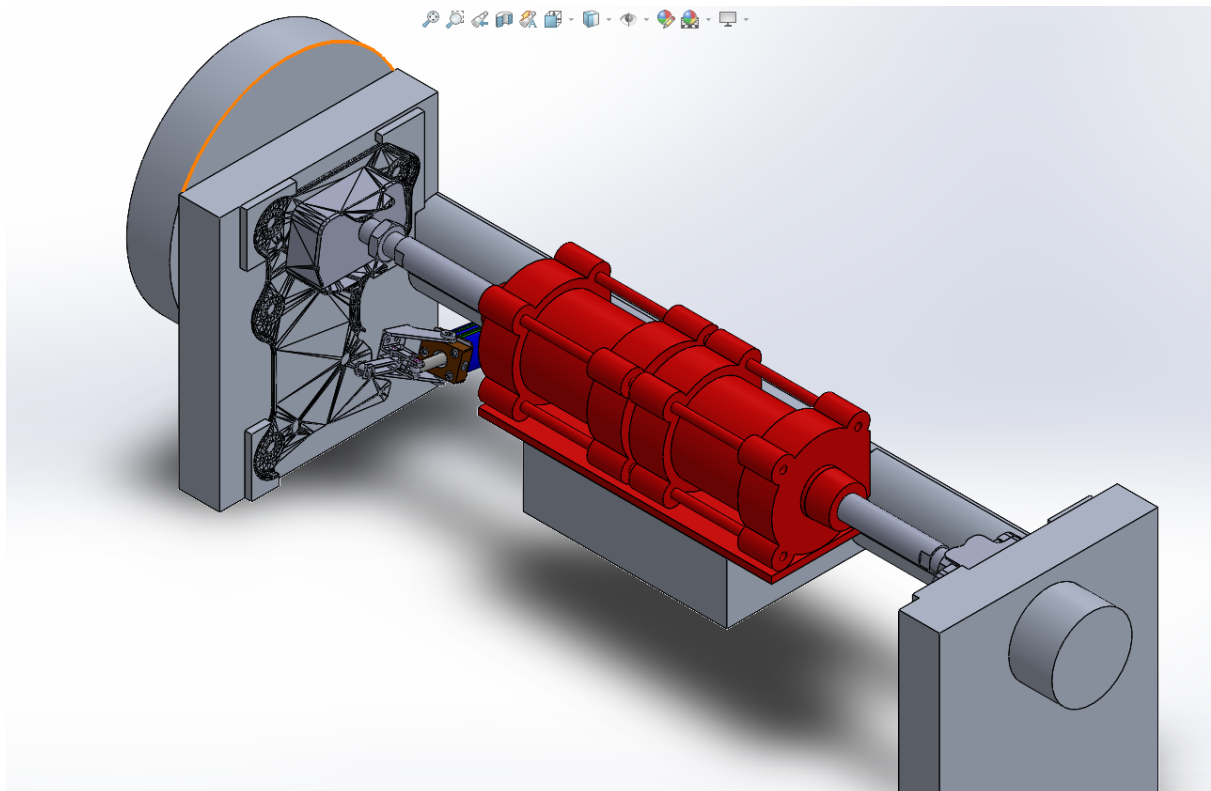


Imagen 20 (Tooling completo)

Secuencia de acciones del operario

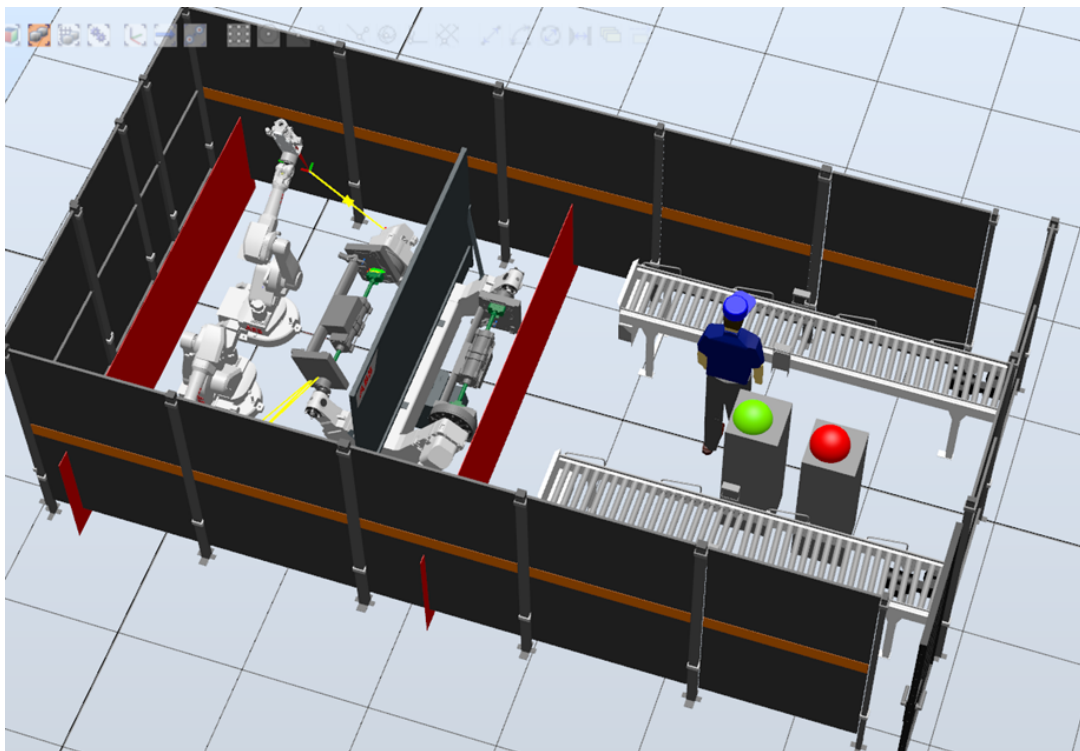


Imagen 21 (Celda de referencia para mejor visualización)

Elementos adicionales de la estación

En esta celda tenemos dos botones y dos planos rojos, los planos rojos son un sistema de visión infrarrojo implementado para detectar la presencia de personas u objetos en esa área, el botón verde cumple con la función de bloquear el movimiento del posicionador mientras los infrarrojos detectan un objeto en esa área, y el botón rojo es el paro de emergencia. Además se añadieron las cercas metálicas de protección donde cubren todo el área alrededor (hay unas pequeñas aberturas en dos esquinas, esto debido a que la longitud de la cerca no era mayor, sin embargo, ahí también va protección).

Secuencia

Con estos conocimientos previos es posible describir la secuencia de acción del operario, en la primer banda transportadora llegarán las nuevas piezas que faltan por soldar, en cuanto la mesa posicionadora gire el operador presiona el botón verde, este bloqueara el movimiento giratorio de la mesa, y el operador tendrá acceso a contraer los mecanismos que sostienen la pieza y retirar la pieza finalizada, la colocara en la banda transportadora y colocara las nuevas piezas y cerrará el mecanismo, posteriormente a finalizar esa acción, el operador presiona el botón verde para habilitar el movimiento giratorio de la mesa posicionadora y así la mesa podrá girar en cuanto termine de soldar las piezas y el operador repetirá el proceso.

Descripción programa

Para el programa se utilizaron dos controladores que son dos robots IRB 1600, también se incluye el mecanismo de la mesa para programar cada una de las posiciones que iba a tener el rotor de la mesa. Posteriormente definir los target que iba a seguir el robot, se realizó una programación con digital outputs y digital inputs donde en el código el robot soldador realizaba su movimiento a otro target al mismo tiempo que la mesa va girando, además el robot no puede saltarse hasta otro target sin que la mesa posicionadora haya enviado la señal de que alcanzo su posición deseada como se puede observar en la imagen 22.

```
T_ROB1/Module1 x
23  |  CONST robtarget Target_70:=[ [983.939517905,-103.102874422,1033
24
25  |  PROC main()
26      SetDO Salida1,0;
27      SetDO DO_p2,1;
28      WaitDI DI_inPose2,1;
29      SetDO DO_p2,0;
30      MoveL Target_10,v300,z100,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
31      MoveL Target_20,v200,z100,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
32      MoveL Target_30,v300,z100,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
33      MoveL Target_40,v100,z100,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
34      MoveL Target_50,v100,z100,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
35      SetDO DO_p3,1;
36      WaitDI DI_inPose3,1;
37      SetDO DO_p3,0;
38      SetDO DO_p4,1;
39      WaitDI DI_inPose4,1;
40      SetDO DO_p4,0;
41      MoveL Target_60,v100,z100,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
42      SetDO DO_p5,1;
43      WaitDI DI_inPose5,1;
44      SetDO DO_p5,0;
45      MoveL Target_70,v100,z100,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
46      SetDO DO_p6,1;
47      WaitDI DI_inPose6,1;
48      SetDO DO_p6,0;
49      MoveL Target_80,v100,z100,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
50      SetDO DO_p8,1;
51      WaitDI DI_inPose8,1;
52      SetDO DO_p8,0;
53      MoveL Target_90,v100,z100,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
54      SetDO DO_p9,1;
55      WaitDI DI_inPose9,1;
```

Imagen 22 (1ra parte código primera trayectoria)

Posterior a esta trayectoria para el segundo controlador se hizo una combinación, aprovechando los inputs y outputs de la mesa del primer controlador se realizó una combinación entre el segundo código y el primero, donde el primer código mueve la mesa a su posición inicial para soldar y manda una señal que recibe el segundo código y realiza la trayectoria, este manda una señal que terminó la trayectoria al target y esta señal la recibe el primer código donde vuelve a mover la mesa a su siguiente posición y así continuamente hasta finalizar, así como se puede observar en las imágenes 23 y 24.

```

PROC main()
  WaitDI Entrada1,1;
  MoveL Target_10,v300,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  WaitDI RAccion2,1;
  MoveL Target_20,v300,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  MoveL Target_30,v300,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  MoveL Target_40,v100,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  SetDO Salidap3,1;
  WaitDI RAccion3,1;
  MoveL Target_50,v100,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  SetDO Salidap4,1;
  WaitDI RAccion4,1;
  MoveL Target_60,v100,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  SetDO Salidap5,1;
  WaitDI RAccion5,1;
  MoveL Target_70,v100,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  SetDO Salidap6,1;
  WaitDI RAccion6,1;
  MoveL Target_80,v100,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  MoveL Target_90,v100,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  SetDO Salidap8,1;
  WaitDI RAccion8,1;
  MoveL Target_100,v100,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  SetDO Salidap9,1;
  WaitDI RAccion9,1;
  MoveL Target_110,v100,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  SetDO Salidap11,1;
  WaitDI RAccion11,1;
  MoveL Target_120,v100,z0,MyWeldingTool\WObj:=wobj0;
  SetDO Salidap12,1;
  WaitDI RAccion12,1;

  WaitDO Salida1,1;
  SetDO DO_p2,1;
  WaitDI DI_inPose2,1;
  SetDO DO_p2,0;
  SetDO Accion2,1;

  WaitDI Entradap3,1;
  SetDO DO_p3,1;
  WaitDI DI_inPose3,1;
  SetDO DO_p3,0;
  SetDO Accion3,1;

  WaitDI Entradap4,1;
  SetDO DO_p4,1;
  WaitDI DI_inPose4,1;
  SetDO DO_p4,0;
  SetDO Accion4,1;
  !SetDO Accion3, 0;

  WaitDI Entradap5,1;
  SetDO DO_p5,1;
  WaitDI DI_inPose5,1;
  SetDO DO_p5,0;
  SetDO Accion5,1;
  !SetDO Accion4, 0;

  WaitDI Entradap6,1;
  SetDO DO_p6,1;
  WaitDI DI_inPose6,1;
  SetDO DO_p6,0;
  SetDO Accion6,1;

```

Imagen 23 (1ra parte segundo código robot 2) Imagen 24 (3ra parte primer código robot 1)

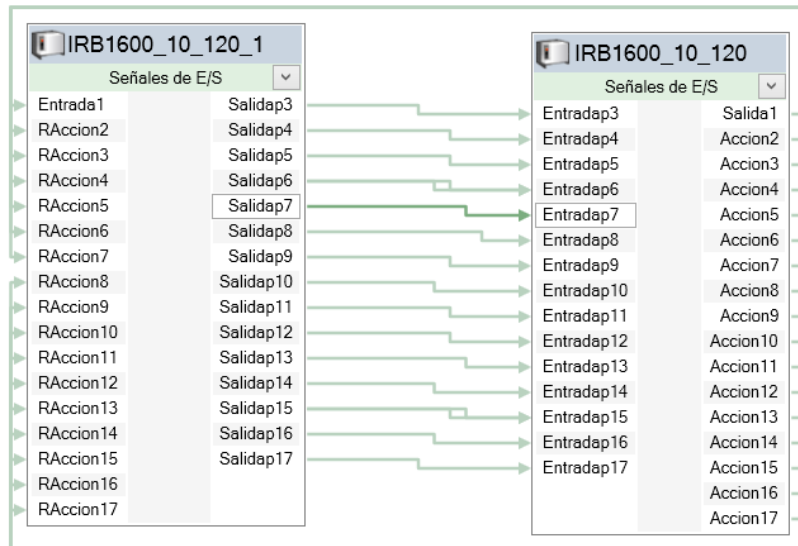


Imagen 25 (Logica de estación de la relación entre DI y DO de ambos códigos)

Lista de medidas de salvaguarda (Safety) implementadas y un Risk Assessment (ANSI RIA).

1- Primer paso para risk assessment: Identificación de tareas y estimación de riesgos

Identificación de tareas

	Tareas	Peligros
1	Montaje de la pieza a soldar o desmontaje de la pieza soldada	Que la mesa posicionadora golpee al operario cuando monte o desmonte la pieza.
2	Realización de la trayectoria de soldado por los robots	Que haya personas u obstáculos que puedan ser afectados por el robot
3	Uso de la banda transportadora para obtener las piezas a soldar o para entregar las piezas soldadas	Que el operario pueda ser dañado por el movimiento dichas bandas
4	Suministro de energía eléctrica a las instalaciones	Que haya un desabasto de energía y pueda generar daños a los robots o instalaciones

2- Segundo paso para risk assessment: seleccionar mitigación

Tareas asociadas al proceso con sus respectivos riesgos (seleccionar mitigación)

	Peligros	Severidad	Exposición	Evasión
1	Que la mesa posicionadora golpee al operario cuando monte o desmonte la pieza.	S2	E2	A2
2	Que haya personas u obstáculos que puedan ser afectados por el robot	S2	E2	A1
3	Que el operario pueda ser dañado por el movimiento dichas bandas	S1	2E	A2
4	Que haya un desabasto de energía y pueda generar daños a los robots o instalaciones	S1	E1	A1

Lista de riesgos

	Peligros	Acciones
1	Que la mesa posicionadora golpee al operario cuando monte o desmonte la pieza.	Botón de accionamiento
2	Que haya personas u obstáculos que puedan ser afectados por el robot	Cortina de luz y botón de accionamiento
3	Que el operario pueda ser dañado por el movimiento dichas bandas	Barandales

Usando la tabla mostrada en el documento *ANSIA RIA Safety Requirements R15.06* de 1999 que se desplegará a continuación.

3- Tercer paso para risk assessment: *Validation*

Documentación de risk assessment

RISK ASSESSMENT REPORT		
Company: Desarrollo inteligente CAM	Location: Atizapán de Zaragoza, Estado de México	Date: 17/03/22
Robot/Cell Identification: 17/03/22	Accomplished by: Carlos, Abraham y Manlio	
Robot Manufacturer and Model Number IRB 1600 10 kg y 1.2 m	Date of Manufacture	
Approved by: Date:	Review/revision dates:	
General description of application (Narrative): Durante la realización de la solución al reto, nos enfocamos en los peligros que pueda afectar al operario. Dichos peligros eran 3: Que la mesa posicionadora chocara con el operario, que el robot pudiera causara daños a personas u objetos durante la realización de la tarea y que el operario pudiera lastimarse con las bandas transportadoras. Para esto se aplicaron diferentes métodos para mitigar el riesgo. Para el primer peligro y segundo peligro, se colocó un botón de accionamiento, pues para activar el proceso tenía que apretar el botón que estaba en una zona segura y se colocaron cortinas de luz, que permitían detectar si había personas en zonas peligrosas. Para el último peligro, se ubicaron barandales para que el operario no se acercara más de lo debido. Finalmente se ubicó un botón de paro de emergencia en forma de hongo, como menciona la Norma.		
General comments:		

Categoría de peligro (Antes)							Categoría de peligro (Después)				
No.	Task description	Peligro	S	E	A	RC	Solution	E	A	S	Rc
1	Posicionar las piezas a soldar o remover las soldadas	Que la mesa posicionadora golpee al operario	S2	E2	A2	R1	Ubicar un botón accionador en una zona segura, un botón de paro de emergencia y cortina de luz	E1	A2	S1	R3B
2	Realización de la trayectoria para soldar por los robots	Que haya personas u objetos dentro del <i>work space</i>	S2	E2	A1	R2A	Ubicar un botón accionador en una zona segura, un botón de paro de emergencia y cortina de luz	E1	A1	S1	R4
3	Uso de la banda transportadora para trasladar piezas sin soldar y piezas soldadas	Que el operario de manera errónea ubique su mano dentro de dicha banda	S1	E2	A2	R2B	Ubicar barandales alrededor de dichas bandas	E1	A1	S1	R4

Factor	Categoría		Descripción
Severidad	S2	Daño severo	Daño fatal o irreversible y requiere más que primeros auxilios.
	S1	Daño leve	Daño reversible y/o que requiere solamente primeros auxilios.
Exposición	E2	Exposición frecuente	Exposición a la situación peligrosa más de una vez por hora.
	E1	Exposición poco frecuente	Exposición menor a una vez por día.
Evasión	A2	Probabilidades bajas de evitar	El operario no puede moverse, tiempo de reacción baja o velocidad del robot mayor a 250 mm/s
	A1	Probabilidades altas de evitar	El operario puede moverse, el tiempo para reacción/alerta es suficiente o la velocidad del robot es menor a 250 mm/s

Finalmente se concluye con una tabla que corresponde a todas las combinaciones posibles entre estas variables:

Severidad del daño	Exposición	Evasión	Categorización
--------------------	------------	---------	----------------

S2 Daño severo Más que primeros auxilios	E2 Exposición frecuente	A2 Bajas probabilidades de evasión	R1
		A1 Altas probabilidades de evasión	R2A
	E1 Exposición poco frecuente	A2 Bajas probabilidades de evasión	R2B
		A1 Altas probabilidades de evasión	R2B
S1 Daño leve. Solución con primeros auxilios	E1 Exposición frecuente	A2 Bajas probabilidades de evasión	R2C
		A1 Altas probabilidades de evasión	R3A
	E2 Exposición poco frecuente	A2 Bajas probabilidades de evasión	R3B
		A1 Altas probabilidades de evasión	R4

3.- Administración del proyecto (Descripción de la metodología de diseño mecatrónico utilizada, incluyendo calendario de actividades realizadas y responsables).

Metodología de Diseño Mecatrónico

Para llevar a cabo este proyecto se repartió el trabajo entre los miembros del equipo, a lo largo de 5 semanas se desarrolló esta propuesta, los 3 tenemos aptitudes diferentes, por lo que se nos facilitaron más realizar diversas actividades y de esta forma repartir la carga de trabajo, la metodología por la que decidimos trabajar se divide en 3 fases principales:

- Tooling
En este proceso nos encargamos de como colocar las dos piezas para que se mantengan en la posición deseada para lograr la unión de las dos mismas sin importar los movimientos externos que se necesitan hacer para hacer todo el procedimiento de soldadura salga correctamente, además de investigación sobre el análisis de cargas del robot y las especificaciones del cabezal.

Como primer acercamiento desarrollamos la idea de crear una base donde solo tenga la forma de la placa para la colocación de la misma

- Trayectoria
En este proceso nos encargamos de realizar el movimiento del brazo robótico para que el cabezal se encontrara a la distancia y ángulo ideal para llevar a cabo el proceso de soldadura y evitar singularidades que es la zona de mayor riesgo para un robot.
- Aplicación de normas de seguridad ANSI RIA
Se implementaron las normas que existen en el ANSI RIA

Especificaciones del Proceso Industrial
<ul style="list-style-type: none"> ● Unión de dos piezas (Placa y Box) ● Soldadura Láser Precitec YW52 ● 405 mm de trayectoria de soldadura ● 45mm/s paso de soldadura ● Aplicación de norma de seguridad ANSI RIA

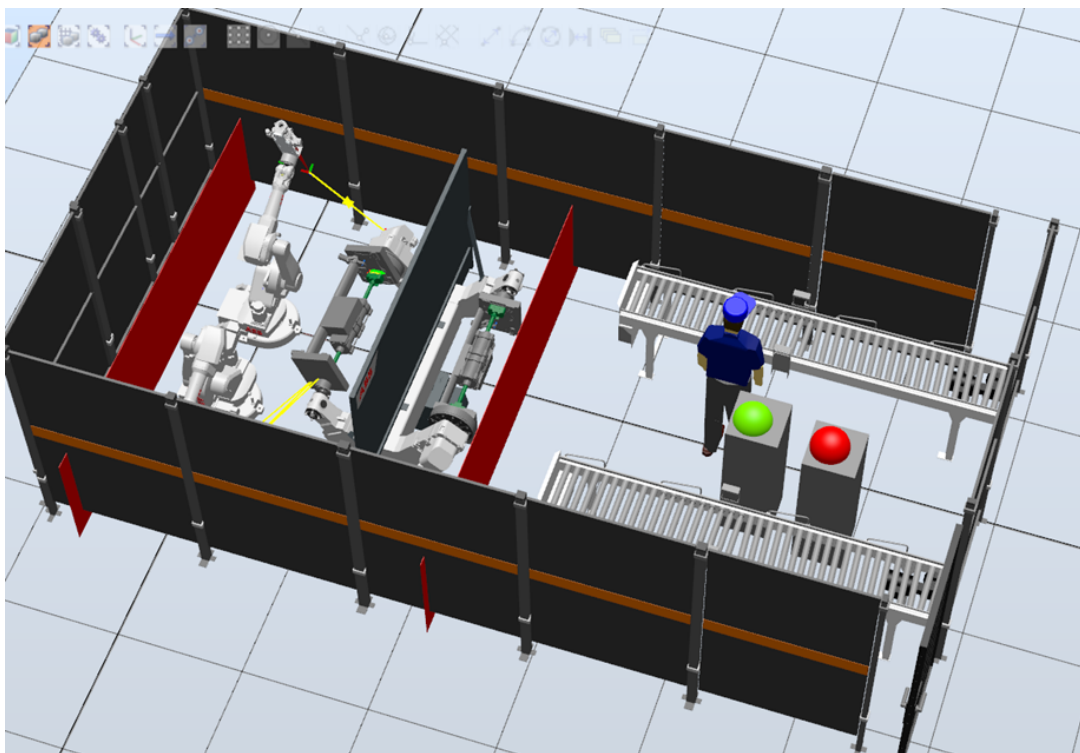
Imagen 26 (Especificaciones del proceso)

Calendario de actividades realizadas y responsables

Integrante	Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Carlos Manlio Abraham	Capacitación de software de robotStudio					
Manlio Carlos	Búsqueda de Herramienta de soldadura y características del proceso industrial					
Abraham	Desarrollo de Tooling Primera Etapa					
Abraham Manlio Carlos	Desarrollo de Tooling Final con Trayectoria Primer Etapa					

Manlio	Desarrollo de Tooling Final con Trayectoria Etapa Final					
Carlos	Investigación de norma de seguridad ANSI RIA(Mitigación de riesgos)					
Carlos Manlio Abraham	Documentación y unión de datos del proyecto					

Presentación de Resultados



<https://drive.google.com/file/d/1vRAT-qLqPMrmLUgYDX-nqXlxfmhjxf9Z/view?usp=sharing>

Trayectoria a 31 segundos

Conclusiones

Como resultado podemos observar que tenemos una trayectoria Funcional, al trabajar con dos piezas al mismo tiempo nos fue difícil cumplir con el tiempo de 25 segundos por pieza, sin embargo en un tiempo de 31 segundos es posible tener 2 piezas terminadas y funcionales, por lo que sigue siendo una trayectoria muy funcional. Este proceso puede

escalar demasiado para que sea más autónomo y tenga una producción más eficaz y con mayor productividad, cabe mencionar que para ser nuestro primer acercamiento con robots se complicó la programación, ya que implementar en un robot este tipo de programaciones y unión de los controladores del robot, por el mismo motivo no podíamos ver en su simulación la trayectoria correcta del mismo proceso, por lo tanto sabemos que la trayectoria del robot está bien, pero el único problema que tenía era las señales que enviaba el controlador del 2 al controlador 1.

En base al desarrollo del tooling nos dimos cuenta que el funcionamiento era muy adecuado y se podía facilitar el trabajo o proceso de soldadura.

Referencias

S. A. (2009). ANSI/RIA R15.06-1999 (R2009). ANSI. Recuperado de <https://webstore.ansi.org/standards/ria/ansiriar15061999r2009>

ABB México - Líder en tecnologías digitales para la industria. (s. f.). [abb.com/mx](https://new.abb.com/mx).
<https://new.abb.com/mx>

Focusing opti YW30/YW52 Laser welding | PRECITEC. (s. f.). Precise laser technology & 3D metrology | PRECITEC.
<https://www.precitec.com/laser-welding/products/processing-heads/yw30/cs>

Anexos

https://drive.google.com/drive/folders/11LvNGKI_Cw1KRv8qFDtWOW1PBoY_uyyM?usp=sharing