

TECNOLÓGICO DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

Automatización de sistemas de manufactura

Gpo 605



Reporte Final

José Luis Gonzales Fragoso | A00833607

Diego Flores Martínez | A01571205

Salvador Alejandro de la Parra Barba | A00832753

12 de Junio de 2024

Introducción.....	3
Diseño Mecánico.....	3
Prensa 1.....	3
Prensa 2.....	5
Horno.....	6
Pluma automatizada de apertura y cierre.....	6
Guías entrada horno.....	7
Buffer horno.....	8
Plant Simulation.....	8
Process Simulation.....	15
Importación de modelos 3D.....	15
Configuración cinemática de los objetos.....	20
Prensa 1.....	20
Pistones guías inlet.....	20
Dispensador de inlets.....	21
Prensa 2.....	21
Pistones horno.....	22
Mecanismo pluma.....	23
Gripper.....	23
Trayectorias de los robots.....	24
Robot 1.....	24
Robot 2.....	24
Robot 3.....	25
Robot 4.....	26
Programación de la simulación.....	27
Validación de propuesta.....	30
Revisión del Diseño.....	30
Eficiencia en el entorno de trabajo.....	31
Fabricación del Fixture o Gripper:.....	31
Pruebas funcionales.....	32
PLC.....	33
Diagrama de flujo de la automatización del PLC.....	33
Identificación de sensores y actuadores (características).....	33
Sensores.....	34
Actuadores.....	35
Esquema de conexiones.....	36
Selección de PLC y módulos de E/S.....	36
Programación de la automatización del proceso.....	37
Proceso de implementación de la propuesta.....	37

Introducción

En este reporte se pretende dar una explicación exhaustiva de nuestra propuesta de automatización, así como del proceso que hicimos para dar con el resultado propuesto. Compartiendo la metodología de trabajo como cada uno de los detalles que contemplamos e incluimos en nuestra celda

El objetivo del proyecto es automatizar el proceso de ensamblaje de válvulas, que incluye dos prensas y un horno. El proceso abarca la activación de la primera prensa, el agregado de pivotes de salida en la segunda y el posicionamiento de las válvulas en un pallet de 9 cavidades antes de pasar por el horno.

Diseño Mecánico

Prensa 1

Esta es la primera etapa de nuestro proceso de manufactura, en la figura 1 podemos observar la representación gráfica realizada con un software de diseño asistido por computadora. Como puede apreciarse en la imagen tratamos de alterar el diseño actual lo menos posible, por lo que centramos nuestros esfuerzos en el fixture de sujeción de las piezas. Esto facilita el proceso de implementación de nuestro diseño en la celda, ya que solo debemos sujetar el fixture a la prensa actual. Para que nuestro diseño funcione contemplamos un sistema neumático para el proceso de prensado, por lo que la implementación de un compresor, válvulas y conexiones neumáticas debe estar contemplado.

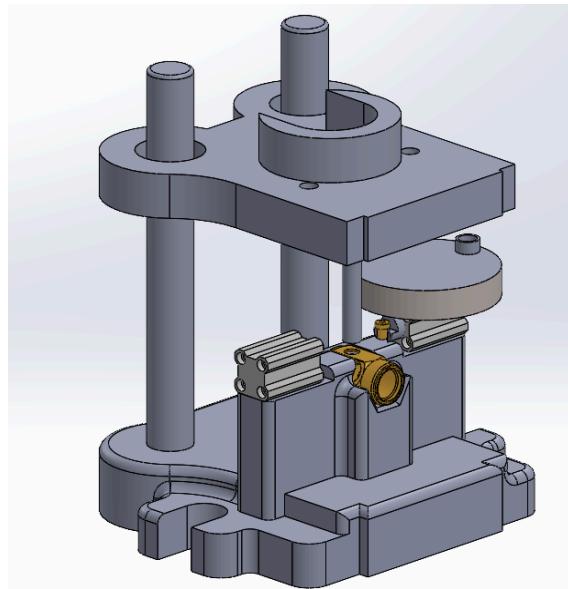


Figura 1. Prensa 1.

Nuestro mecanismo alimenta los Inlets mediante un mecanismo similar al de un revolver, como se puede observar en la figura 2, el objetivo era alimentar de manera individual las piezas y poder asegurarnos de que solamente 1 inlet fuera administrado a la vez. Posteriormente 2 cilindros neumáticos centran la pieza para poder seguir con el proceso de prensado.

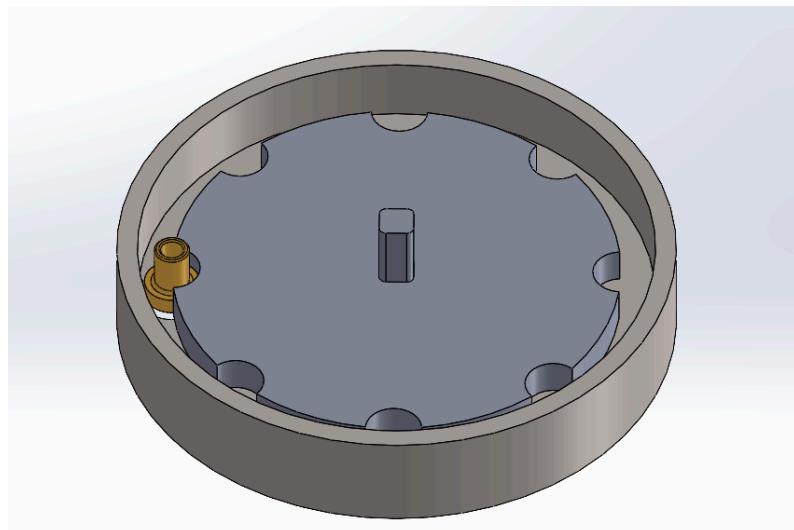


Figura 2. Alimentador de Inlet.

Prensa 2

A continuación, tenemos la prensa número 2, podemos ver una representación de esta en la **FIGURA 2.** Parte de nuestros objetivos fue mantener el mayor porcentaje de la celda original, esto para no hacer un proceso tardío de implementación y que requiriera de demasiado presupuesto, pero para este sistema en específico, vimos conveniente alterar un poco la forma en la que se prensan los externals a la válvula, los beneficios son el ahorro de tiempo y se evitan los cuellos de botella. Dirigiéndonos un poco más a la parte mecánica, los pivotes de salida son colocados horizontalmente en el fixture mediante 2 pistones con la suficiente carrera; el nido que porta la válvula junto con los externals tienen la huella necesaria para guiar y asegurar un prensado totalmente perpendicular.

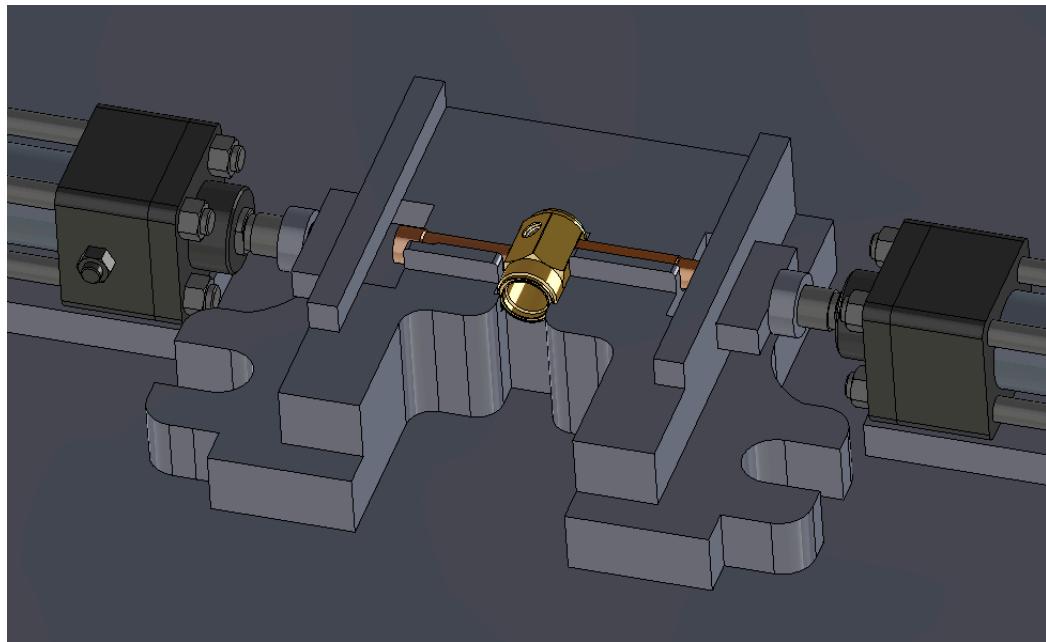


Figura 3. Prensa 2.

Horno

Para el horno utilizamos diferentes mecanismos, los cuales ayudan en el proceso a suministrar pallets, guiarlas dentro del conveyor y mandar señal de cuándo es que deben de continuar avanzando. A continuación se adjunta la imagen del layout como de los mecanismos respectivos del horno.

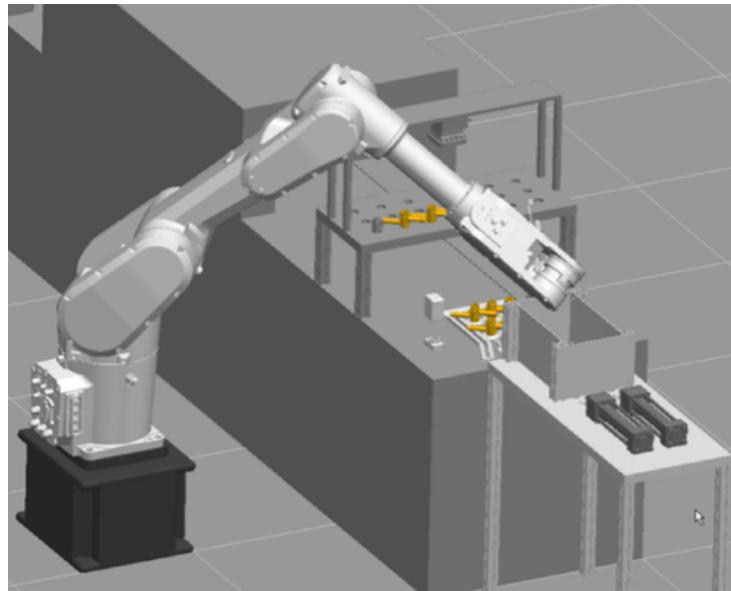


Figura 4. Horno

Pluma automatizada de apertura y cierre

Primeramente tenemos un mecanismo rotativo el cual permite el paso de los pallets ya llenos con las 9 válvulas.

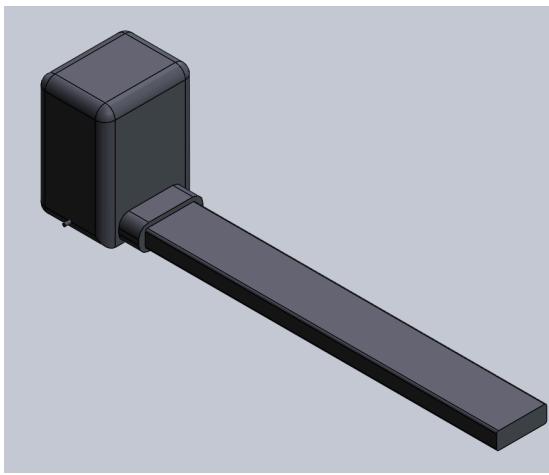


Figura 4. CAD Pluma

Guías entrada horno

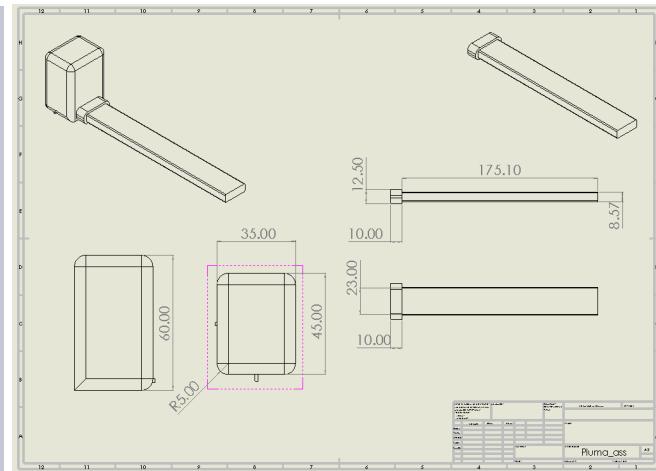


Figura 5. Dibujo Pluma

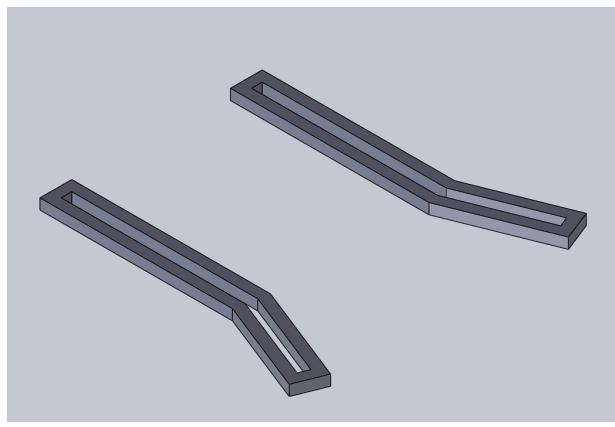


Figura 6. CAD Guias horno

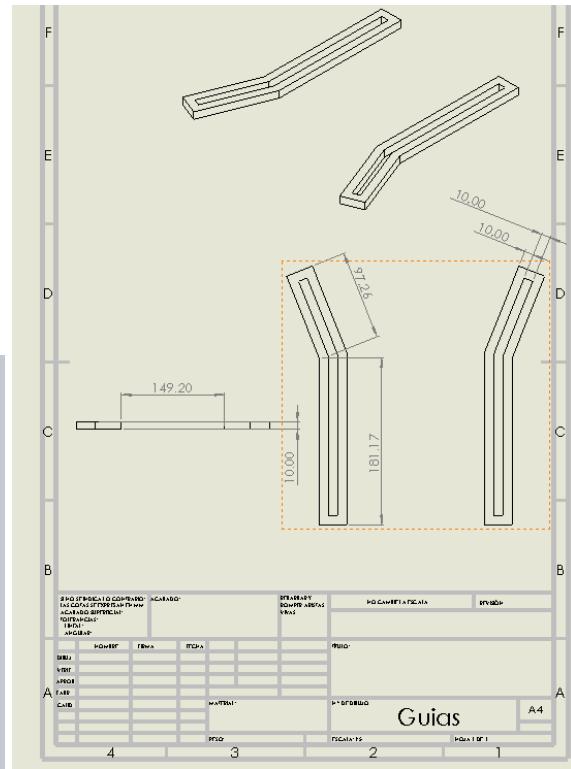


Figura 7. Dibujo Guias horno

Buffer horno

Para poder almacenar las piezas de manera que los robots no se quedaran parados fue como desarrollamos y diseñamos una mesa la cual con una extrusión, pudiera sujetar las válvulas mientras el siguiente robot, las colocaba en el flux y posteriormente en el pallet.

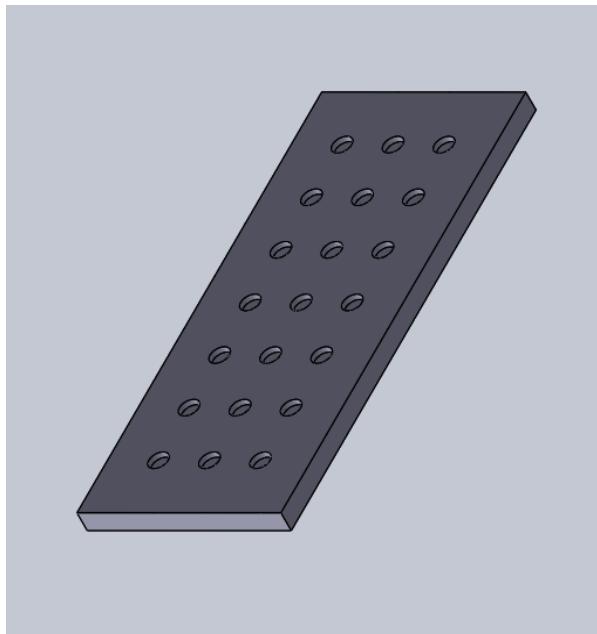


Figura 8. CAD Buffer

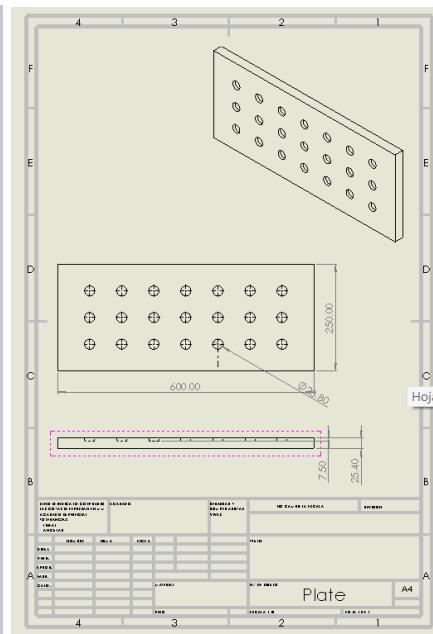


Figura 9. Dibujo Buffer

Todos estos elementos mecanismos fueron esenciales para que la etapa del horno pudiera ser alimentada automáticamente, que los robots pudieran estar trabajando constantemente sin paros y que el proceso pudiera estar en continua operación.

Plant Simulation

Como toda celda de manufactura se requiere hacer una planeación del proceso para mantener un control en la marcha de la celda, y evitar problemas de calidad, o problemas de saturación. Para generar un buen diseño se requiere tomar muchos elementos en cuenta com definir los tiempos por estación, el tiempo de transporte de una estación a otra, la eficiencia de la estación, la eficiencia de los operadores en caso de que haya, velocidad de las bandas transportadoras,

espacio, entre muchos otros factores que puedan acelerar o ralentizar la producción de la celda.

Para poder hacer el análisis y simulación de la planta se utilizó el software PLANT SIMULATION de Tecnomatix. En este software puedes armar la planta que requieras simular y obtener un reporte con los resultados de eficiencia de la celda. En este proyecto nos importa mucho que nuestra propuesta supere o iguale la producción de la planta actual de Parker, y la forma de medir esto es comparando la cantidad de válvulas que produce la planta actual, con la cantidad de válvulas que nuestra propuesta promete.

En la **FIGURA 10.** está el diseño de la planta actual de Parker. Para esto solo necesitamos los tiempos proporcionados por estación para poder replicarlo en la simulación.

En esta primera imagen tenemos los bloques de material, los cuales están nombrados por piezas:

- Valve: este es el cuerpo de la válvula
- Pivote 1: teniendo como segundo nombre INLET es la entrada de la válvula y se coloca en la primera prensa.
- Pivote 2 y 3: teniendo como segundo nombre OUTLET es a salida de la válvula y se colocan los dos en la segunda prensa.
- Aro de soldadura: estos aros se colocan de forma concéntrica en los pivotes para soldar la unión.
- Pallet: fixture que acomoda las válvulas prensadas con 9 cavidades

Los bloques pueden ser designados como CONTENEDOR, TRANSPORTADOR y PARTE, los bloques que estarán alimentando con material a la planta son designados como parte ya son ensamblados para crear una pieza mientras que la pieza pallet es designada como contenedor ya que solo es una pieza que sirve para acomodar las válvulas terminadas.

Como última descripción en esta primera imagen tenemos los procesos por nombre, son PRENSADO y HORNO:

- Prensado: lleva solo el proceso de las prensas 1 y 2
- Horno: lleva el proceso de acomodo de las válvulas terminadas en los pallets

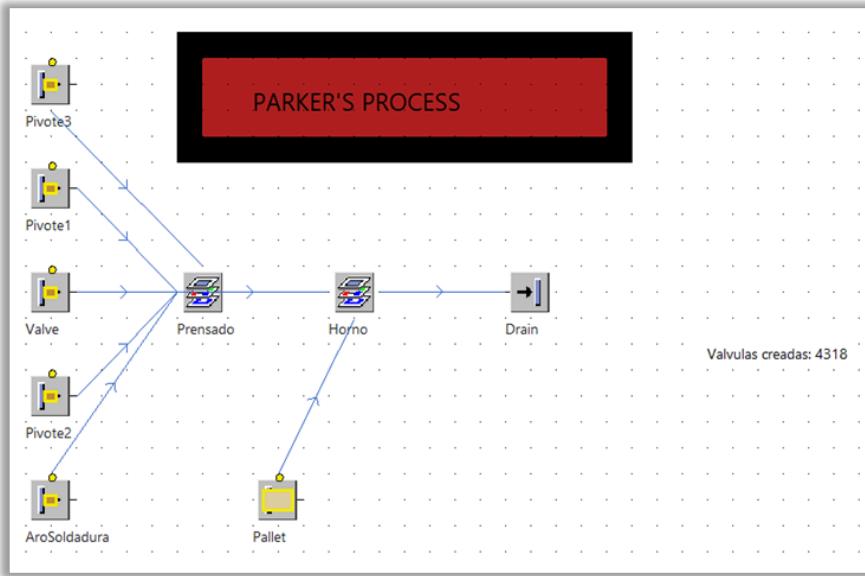


Figura 10. Main del proceso de Parker.

En esta **FIGURA 10**. Tenemos el proceso a detalle de las prensas en donde se puede visualizar los operadores necesarios para este proceso. Las señales azules nos dicen hacia dónde va el material, en este caso la prensa una solo se requiere el pivote 1 (INLET) y aros de soldadura, y la prensa dos requiere los pivotes 2 y 3 (OUTLETS). En medio de estos dos sistemas tenemos un conveyor que transporta el material de Prensa 1 a Prensa 2.

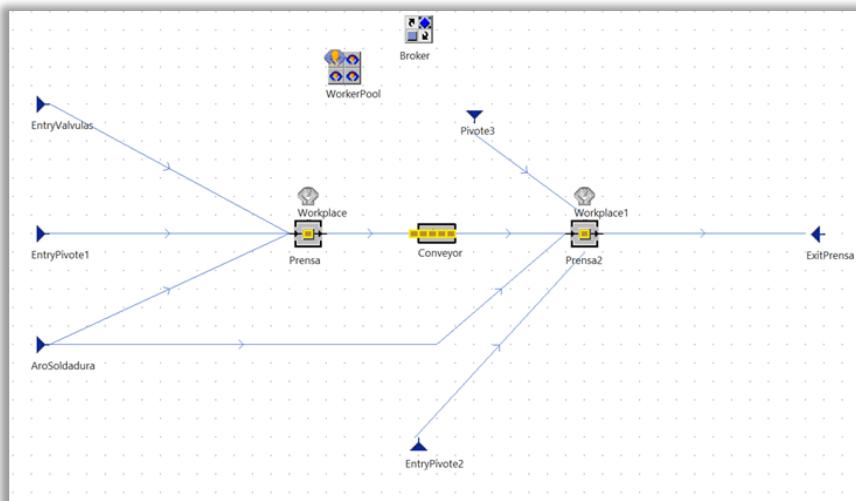


Figura 11. Proceso de prensado de Parker.

Por último tenemos la **FIGURA 11.** que agarra las piezas que salen del proceso de prensado y entra al acomodo de las válvulas en los pallets que está siendo controlada por un operador como se ve en la imagen, consecutivamente entra al horno para fundir los aros de soldadura y en la salida estará un operador listo para desarmar dichos pallets.

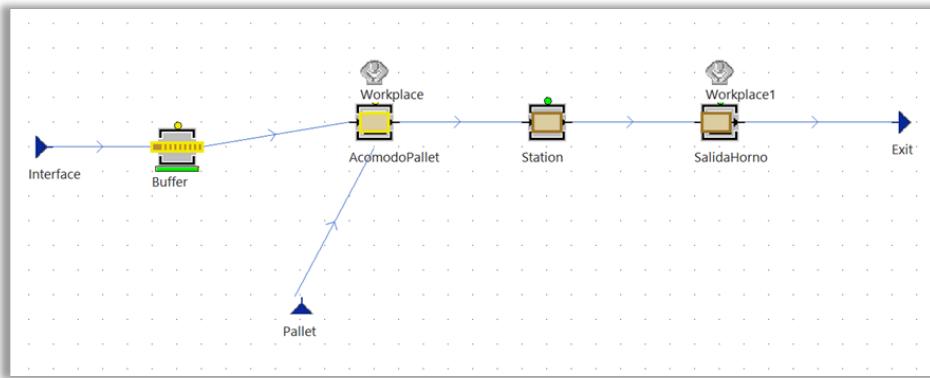


Figura 12. Proceso de horno de Parker.

Una vez explicado el proceso de la celda actual de Parker, podemos pasar a explicar nuestra propuesta que cumple con los mismos estándares de eficiencia.

En la **FIGURA 12.** vemos la distribución de material por proceso ,como primera instancia podemos observar que no cambia mucho el esquemático principal con respecto al del proceso original, ya que los procesos de manufactura que se le aplican a la válvulas son los mismos al igual que el material, excepto por lo aros de soldadura, ya que por temas prácticos los omitimos del proceso.

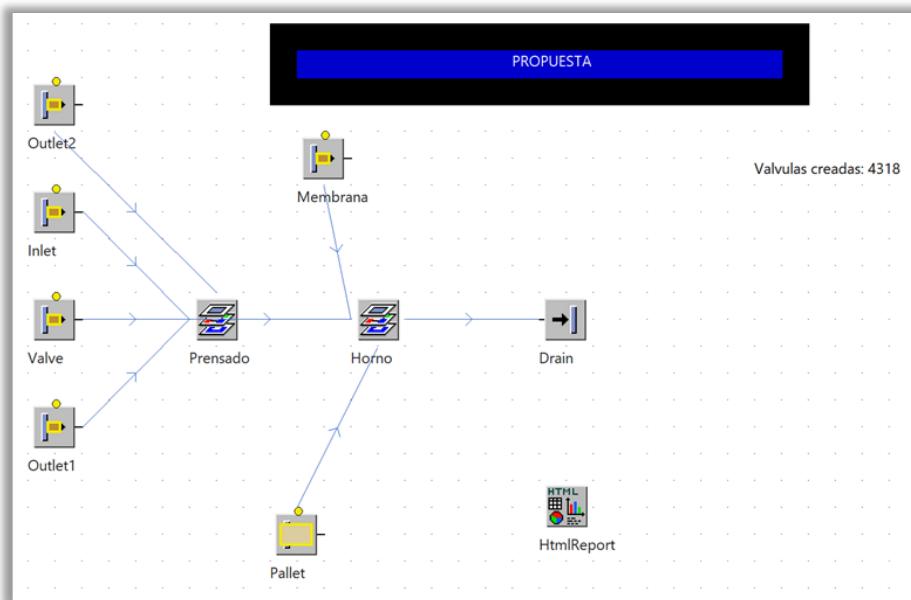


Figura 13. Main de nuestra propuesta.

En esta **FIGURA 13.** se muestra el proceso de prensado propuesto, en el cual se puede observar que se mantiene la misma secuencia con la excepción de los operadores, que en este caso en vez de ser operadores son robots Pick and Place para llevar y retirar las válvulas de las prensas.

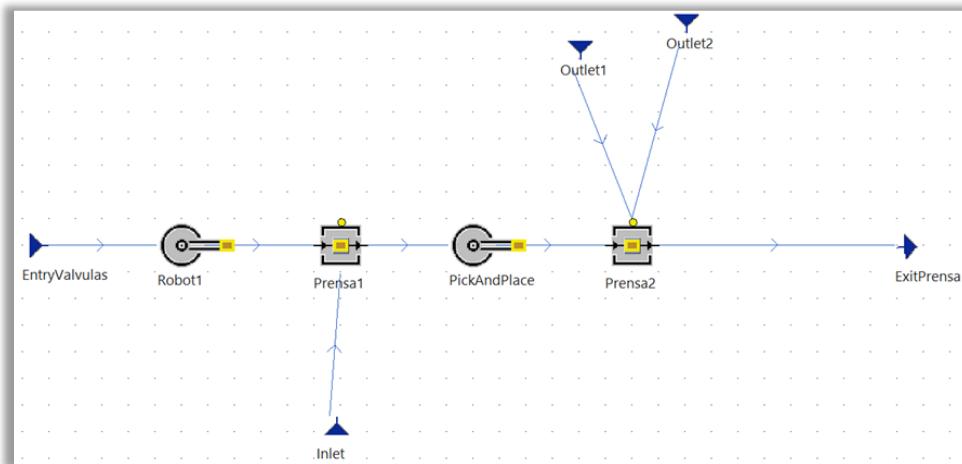


Figura 14. Proceso de prensado de nuestra propuesta.

Por último tenemos el proceso del horno, presentado en la **FIGURA 14.** el cuál empieza por los robots llevando las piezas a los buffers, específicamente las membranas (lowers) y válvulas prensadas ya que estas requieren acomodarse en los pallets. Este proceso de acomodo se encuentra en el Assembly Station y se ven las líneas de los componentes que llegan para adentrarse al horno.

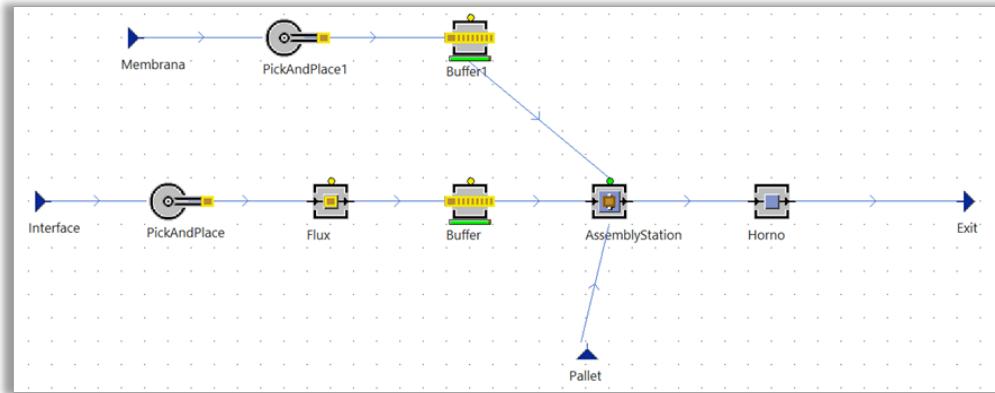


Figura 15. Proceso de hornado de nuestra propuesta..

Ahora que ya se explicó la secuencia de la planta actual y la de nuestra propuesta, podemos pasar a hacer una comparación de la eficiencia de estas. Primeramente en la **FIGURA 15.** se ven la cantidad de válvulas creadas al día y por hora por Parker, así mismo podemos ver el porcentaje de producción, transporte, almacenamiento y de valor agregado. En la siguiente **FIGURA 15.** está el rendimiento de nuestra celda. Como era de esperarse, la cantidad de válvulas producidas al día y por hora es la misma que la planta Parker, ya que el único tiempo que no fue posible cambiar fue el sistema del horno, ya que es necesario que la fundición de la soldadura suceda. En el caso de la producción, podemos ver un decremento significativo, y en el desglose podemos ver que el protagonista de este pique es el almacenamiento, existen muchos tiempos muertos en nuestra celda, y esto es debido a la excesiva interacción entre robots, entre ellos existe una dependencia al robot próximo, esto provoca que los robots no puedan hacer un trabajo continuo. Proponemos que para aumentar la producción colocar un conveyor o un contenedor entre robots para que depositen las válvulas que vayan terminando, de este modo eliminamos cualquier tipo de relación entre Pick and Place, y hacer que trabajen libremente sin retenciones.

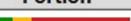
Drain Statistics

Name	Mean Life Time	Throughput	Throughput per Hour	Production	Transport	Storage	Value added	Portion
Pallet	39.9948	4318	359.83	100.00%	0.00%	0.00%	58.91%	

.Models.ValveProducer.Main.Drain

Stuttgart, 13.6.2024

Drain Statistics

Name	Mean Life Time	Throughput	Throughput per Hour	Production	Transport	Storage	Value added	Portion
Membrana	2:15.3252	4318	359.83	21.04%	12.53%	66.42%	13.67%	

.Models.ValveProducer.Main.Drain

Stuttgart, 13.6.2024

Process Simulation

Importación de modelos 3D

Después de analizar la problemática inicial y proponer diferentes ideas, llegamos a un resultado en conjunto, para lo que desarrollamos primeramente un diagrama de flujo del proceso, ya con cada componente y paso definido, empezamos a modelar en 3D nuestra celda, diseñando mecanismos y partes que fuéramos a usar después. Una vez que diseñamos toda la celda en software CAD, pasamos al siguiente paso, el cual era empezar con la simulación de nuestro proceso, para esto lo primero fue importar los modelos CADS, a continuación se muestra cómo logramos importarlos.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Base_Robot	05/06/2024 08:25 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	276 KB
Dispensador cuerpos	04/06/2024 01:42 a. m.	SldWorks 2024 Ap...	508 KB
Double Gripper	05/06/2024 05:37 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	642 KB
Flux	12/06/2024 12:33 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	43 KB
Gripper.1	03/06/2024 10:46 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	344 KB
Gripper	03/06/2024 10:46 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	344 KB
Gripper_Horno	10/06/2024 01:15 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	3,613 KB
Horno	12/06/2024 02:25 a. m.	SldWorks 2024 Ap...	5,544 KB
Intento1	03/06/2024 01:27 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	8,924 KB
Mecanismo dispensador step	02/06/2024 11:18 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	1,627 KB
MECANISMO_2	12/06/2024 02:59 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	2,364 KB
pallet(BIEN).2	12/06/2024 03:24 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	1,343 KB
Prensa1	06/06/2024 12:54 a. m.	SldWorks 2024 Ap...	2,873 KB
PrensaPepe	11/06/2024 12:36 a. m.	SldWorks 2024 Ap...	3,333 KB
Roborielkfinal	30/05/2024 03:39 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	749 KB
Robot track	27/05/2024 05:22 p. m.	SldWorks 2024 Ap...	36,944 KB

Figura 16. Archivos Step

Una vez ya con los archivos ya en step, seguía importando los desde process.

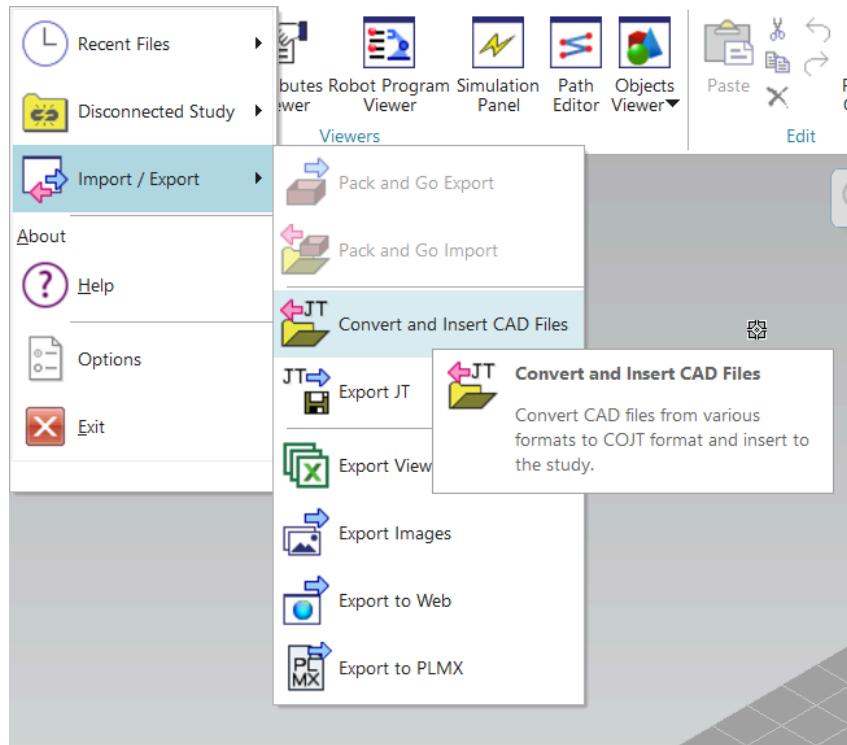


Figura 17. Ruta para exportar archivos en process

A continuación se agregan los archivos que queremos importar en nuestro proyecto

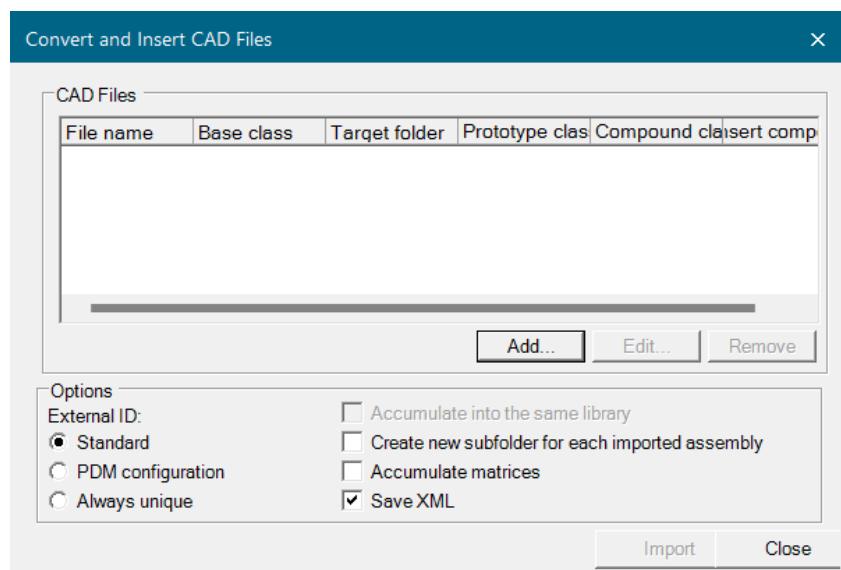


Figura 18. Ventana donde se agregan los archivos

Finalmente debemos de seleccionar el tipo de archivo en el que queremos convertir nuestro step. En la imagen de ejemplo se inserta como un recurso, ya sea para utilizarlo como un mecanismo o como cualquier otro objeto.

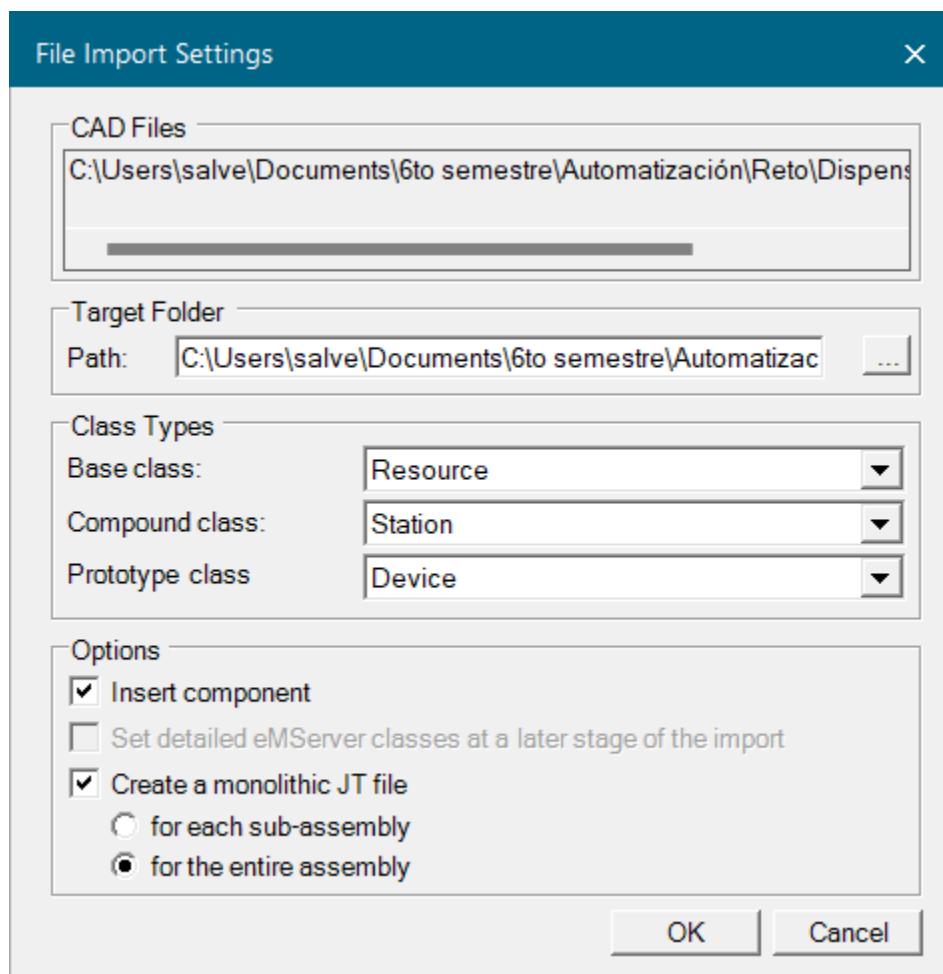


Figura 19. Ventana de tipo de objeto

En la siguiente figura se muestra la configuración que debemos de poner si queremos insertar una parte, ya sea la válvula, un inlet o un outlet.

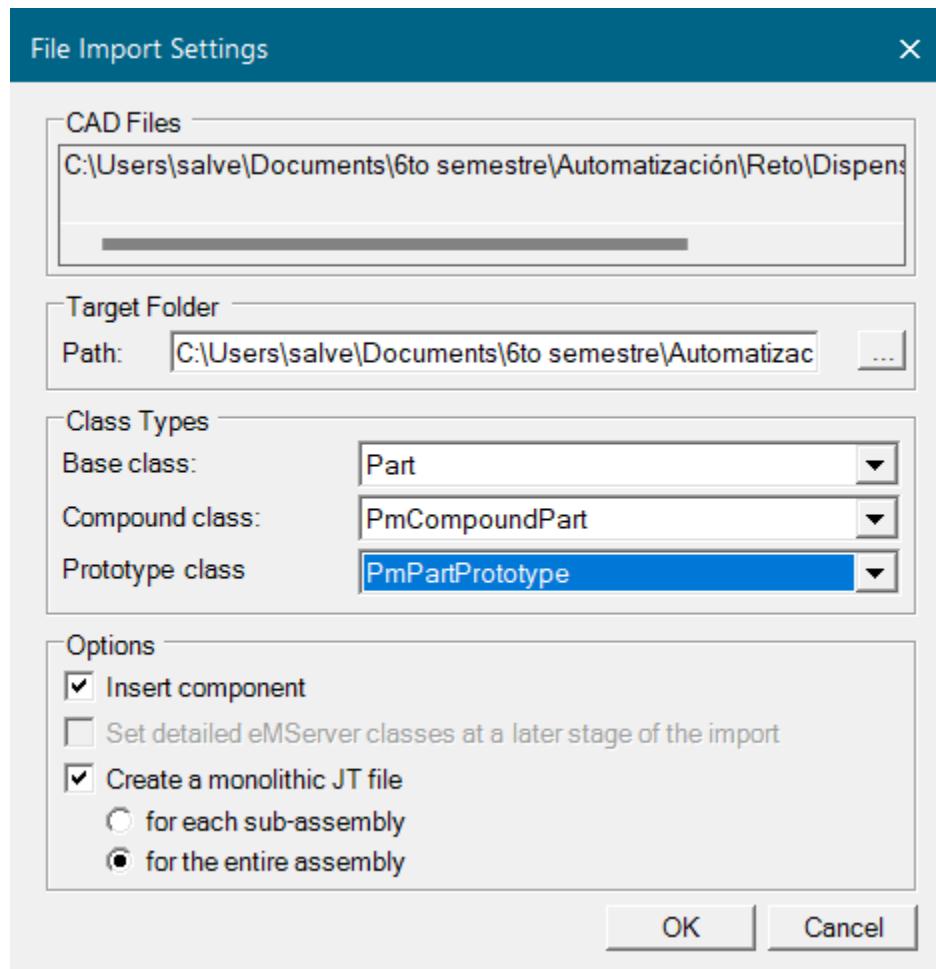


Figura 20. Configuración para insertar una parte

En seguida se muestra una imagen de las partes que utilizamos en nuestro proyecto

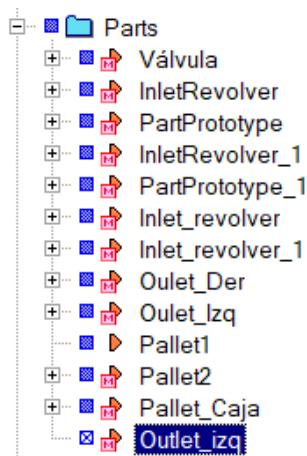


Figura 21. Partes utilizados en nuestro proyecto

En la siguiente imagen se muestra los recursos importados de nuestra celda



Figura 22. Recursos utilizados en nuestro proyecto

Configuración cinemática de los objetos

Una vez modelado cada uno de los mecanismos y componentes a utilizar en nuestra celda, empezamos a simular los mecanismos, sus movimientos y sus poses correspondientes, para poder utilizarlas posteriormente en process simulation.

Prensa 1

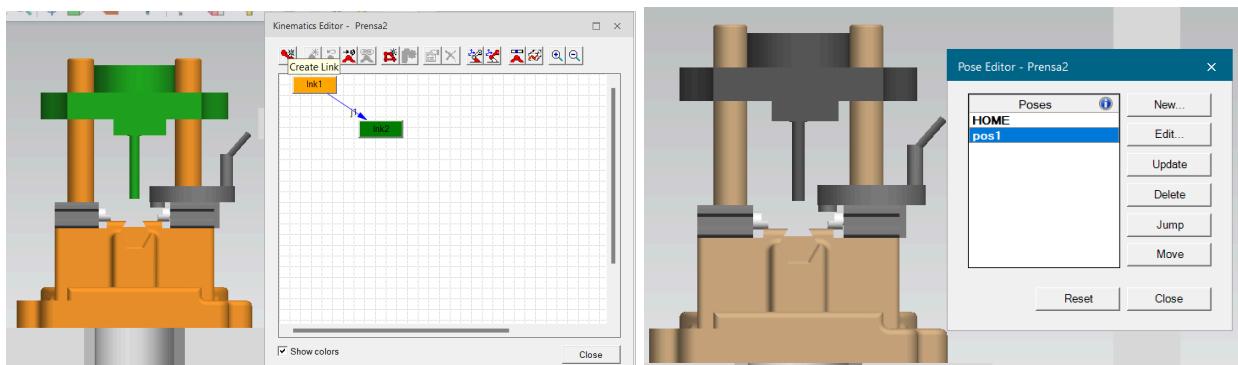


Figura 23. Mecanismo Prensa 1

Pistones guías inlet

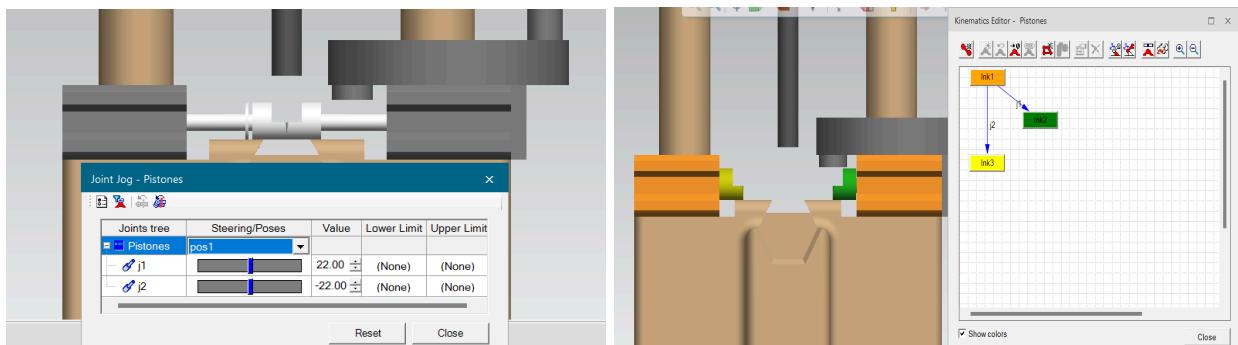


Figura 24. Mecanismo Prensa

Dispensador de inlets



Figura 25. Mecanismo dispensador de inlets

Prensa 2

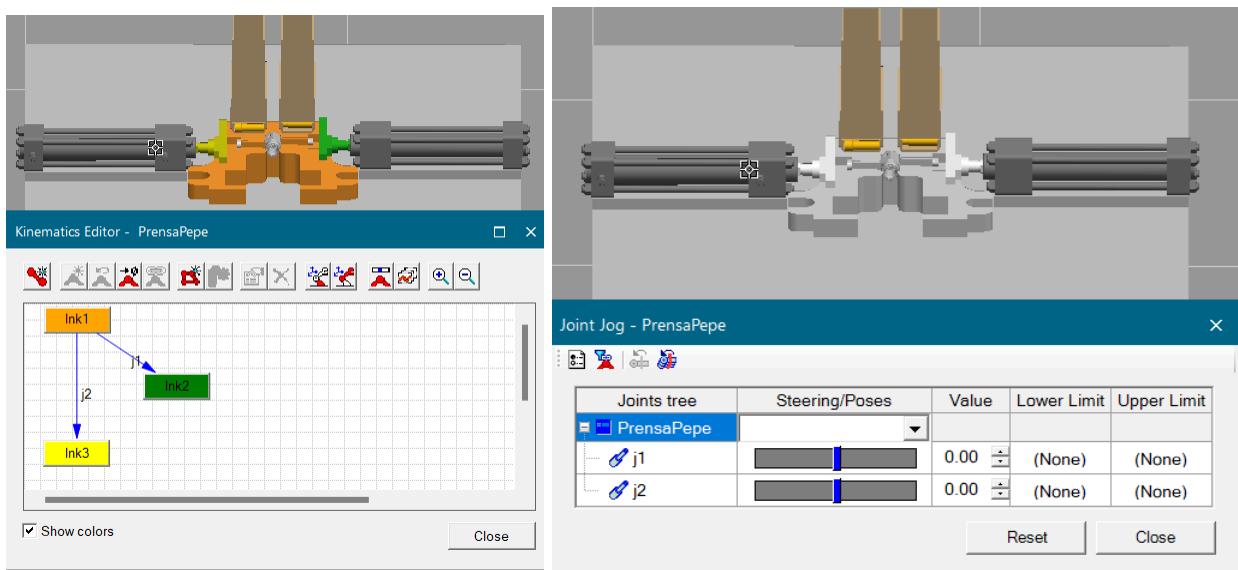


Figura 26. Mecanismo prensa 2

Pistones horno

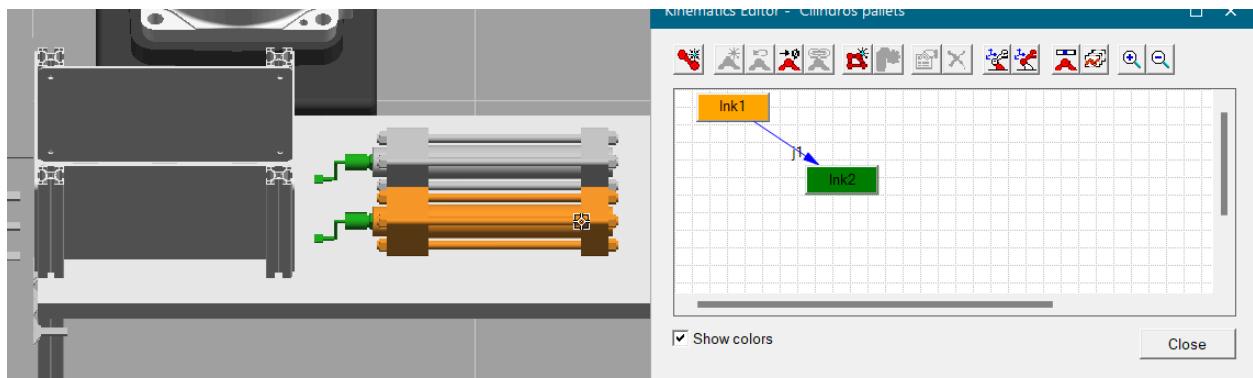


Figura 27. Mecanismo pistones horno

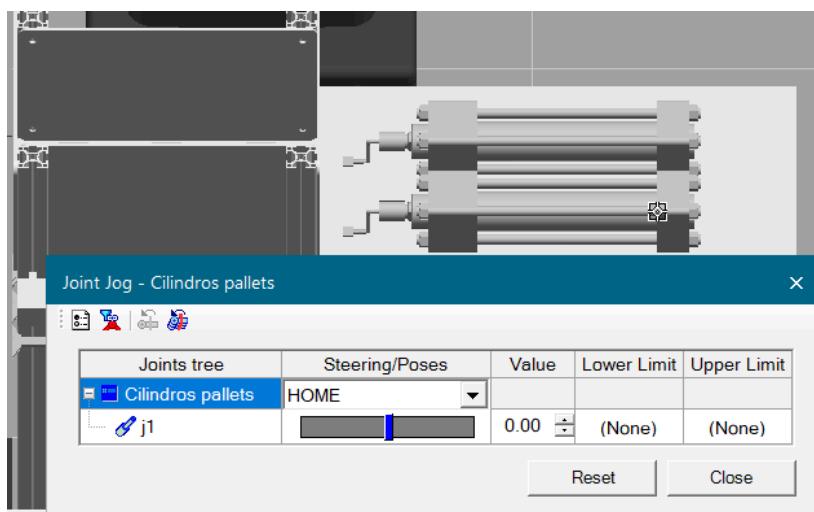


Figura 28. Poses pisotones horno

Mecanismo pluma

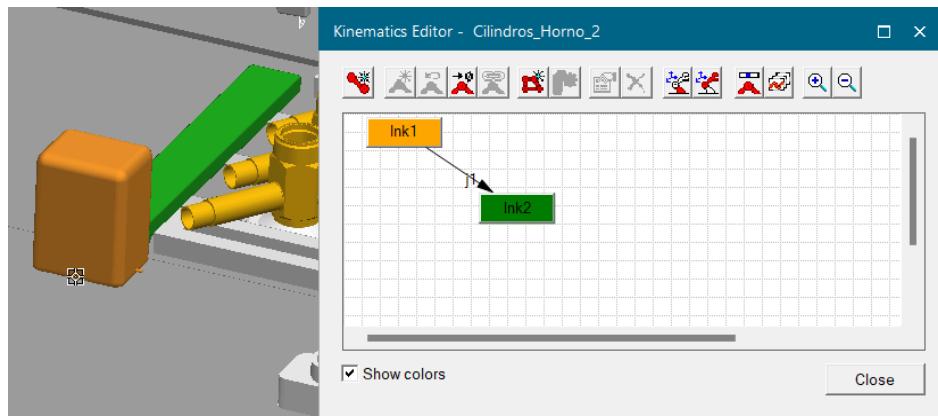


Figura 29. Mecanismo pluma

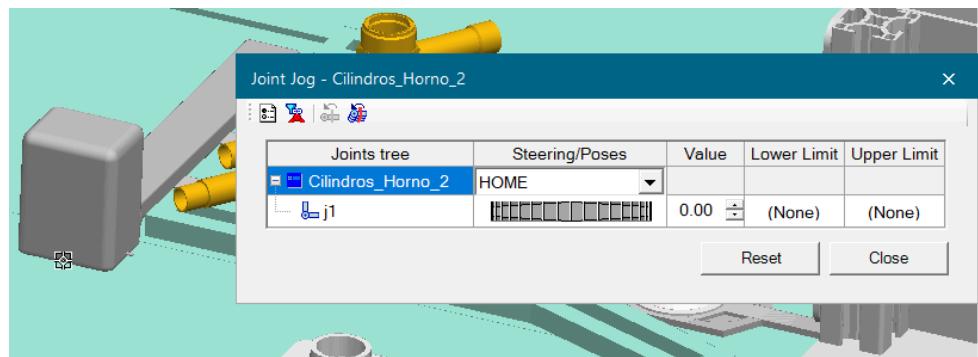


Figura 30. Poses mecanismo pluma

Gripper

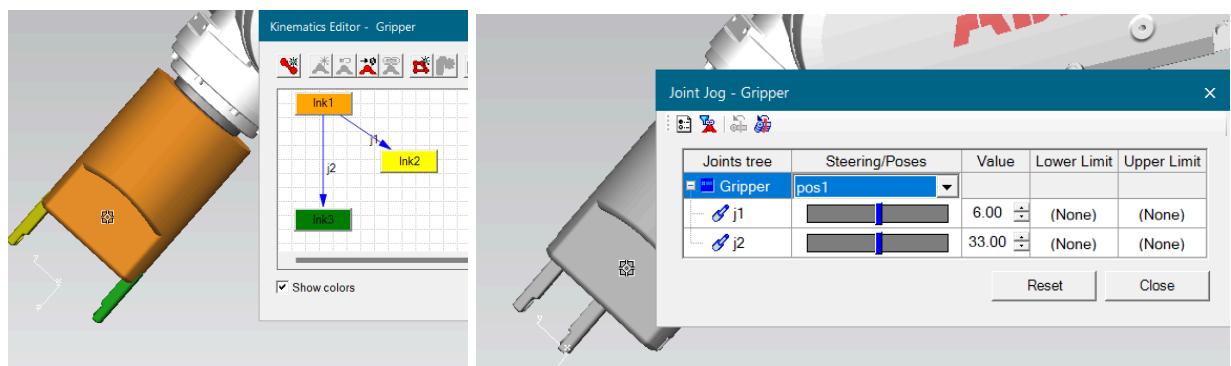


Figura 31. Mecanismo gripper

Trayectorias de los robots

Robot 1

El primer robot es el encargado de ir por el cuerpo de la válvula.

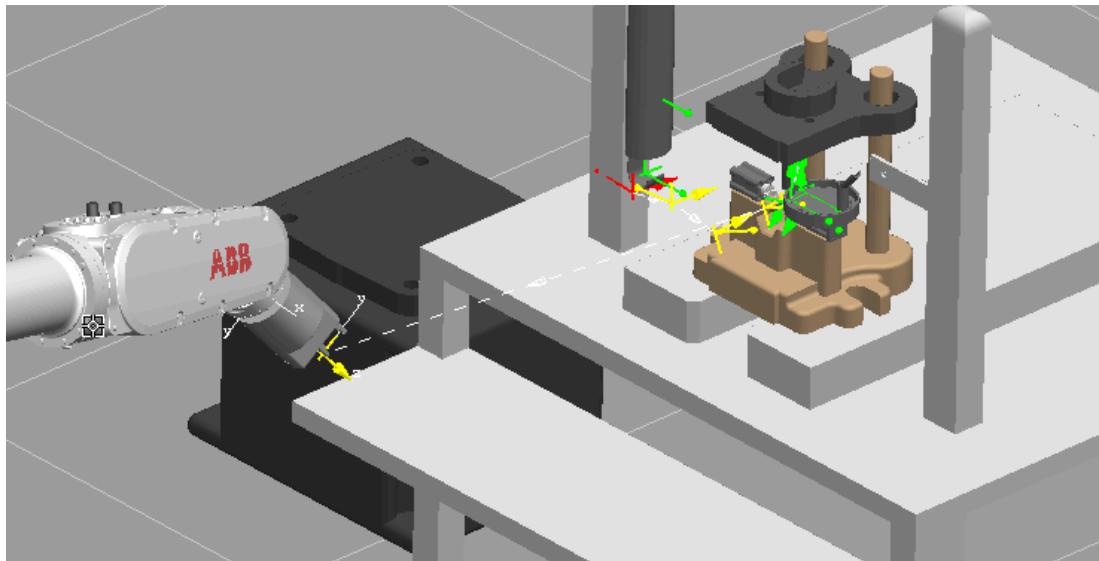


Figura 32. Trayectoria robot 1

Robot 2

El segundo robot es el encargado de recoger el cuerpo de la primera prensa y colocarlo en la segunda posición.

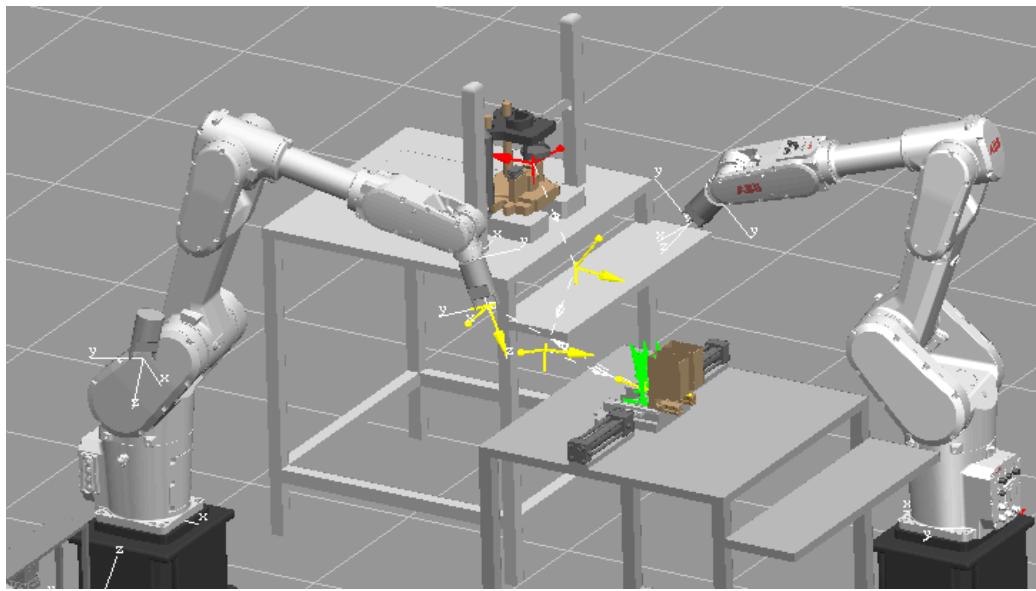


Figura 33. Trayectoria robot 2

Robot 3

Este robot es el encargado de agarrar la válvula ya prensada y colocarla en el buffer, para que después el siguiente robot lo coloque en el pallet

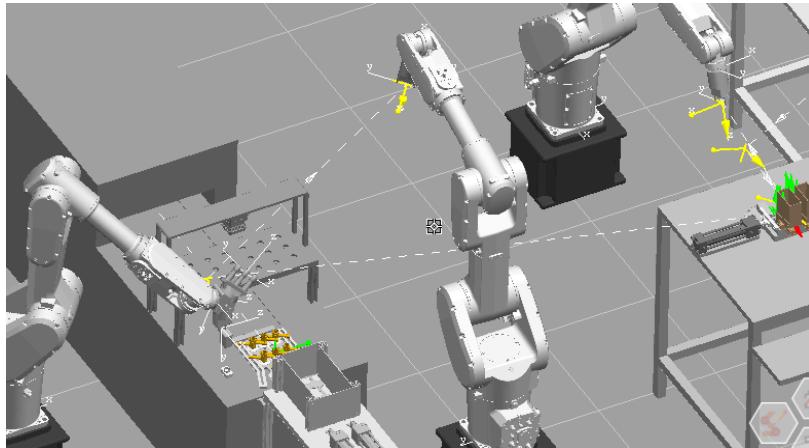


Figura 34. Trayectoria robot 3

Robot 4

Finalmente entra el último robot el cual es el encargado de colocar los anillos y las válvulas dentro de los pallets.

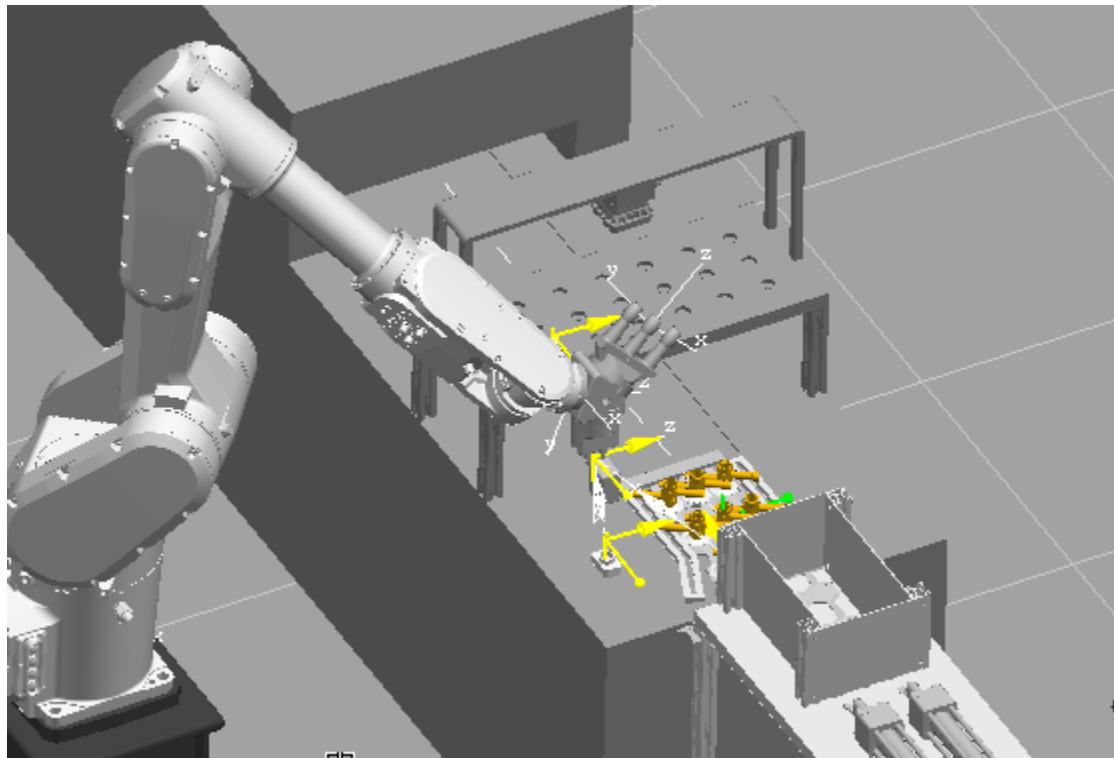


Figura 35. Trayectoria robot 4

Este último robot es el que se ocupa de poner flux a las válvulas y colocarlas en los pallets.

Programación de la simulación

En si no existe un código de la simulación, sino una línea del tiempo que representa las secuencias de cada operación, ya sea del movimiento de las partes, la trayectoria de los robots, o el movimiento de una pose a otra de un mecanismo, etc.

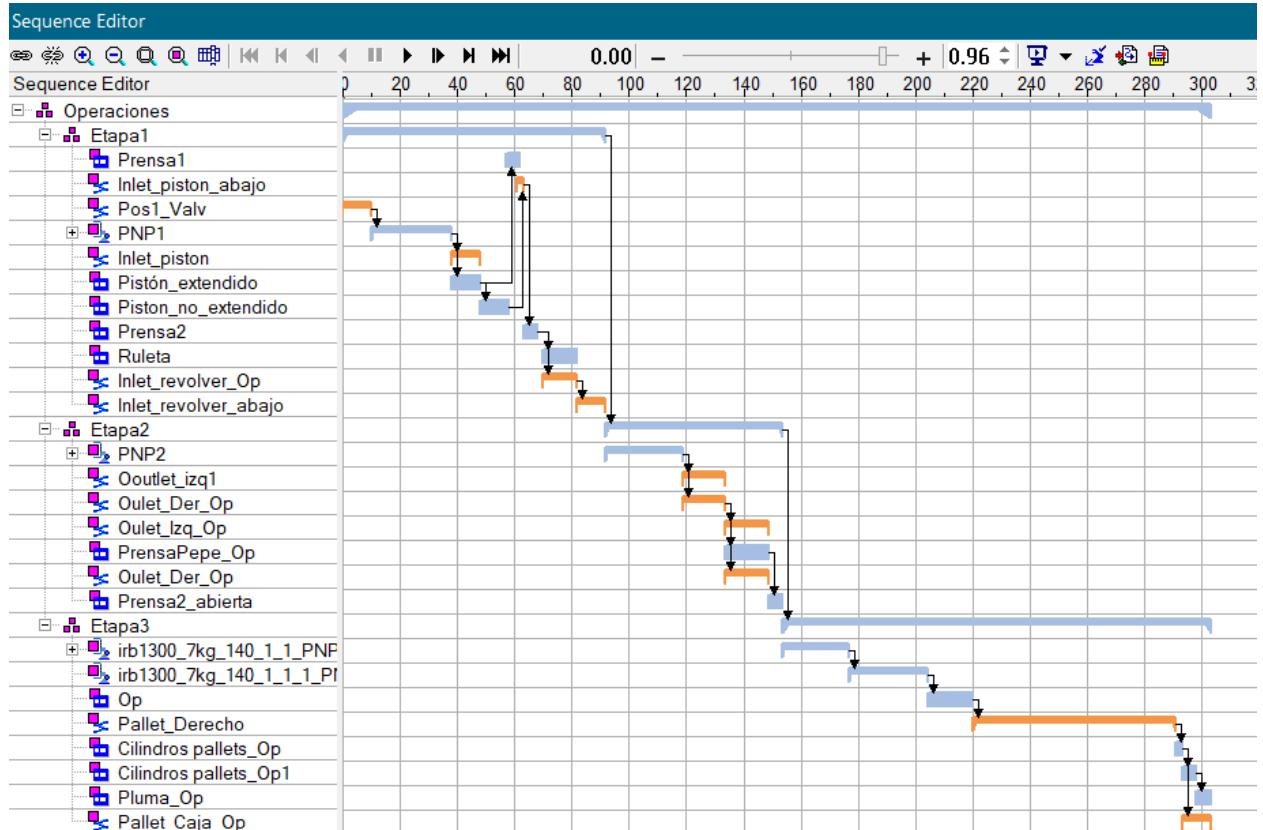


Figura 36. Captura de pantalla de la secuencia de los eventos programados

En estas siguientes capturas se adjunta la programación de los robots Pick and Place correspondientes de cada etapa, se pueden visualizar en los OLP commands.

Esta ventana nos ayudó a editar las posiciones de cualquier dispositivo o cuerpo, permitiéndonos guardar nuevas poses para que hagan el movimiento que esperamos, además de definir tiempos, velocidades, zonas y comandos.

Etapa1		91.92						
Prensa1		5.00						
Inlet_piston_...		2.25						
↳ loc4		0.00						
↳ loc5		2.25						
Pos1_Valv		10.00						
↳ loc1		0.00						
↳ loc		10.00						
PNP1		27.94						
? pick		6.80		PTP	5 %	fine	# Destination Gripper # Drive pos1 # Desti	5
↳ via1		0.89		PTP	5 %	fine	# Destination Gripper # Drive pos1 # Desti	5
? via2		4.89		PTP	5 %	fine		
? place		8.93		PTP	0.5 %	fine	# Release TCPF1 # Destination Gripper #	5
↳ via6		6.44		PTP	5 %	fine		
Inlet_piston		10.00						
↳ loc2		0.00						
↳ loc3		10.00						
Pistón_exten...		10.00						
Piston_no_e...		10.00						
Prensa2		5.00						
Ruleta		12.00						
Inlet_revolve...		12.00						
↳ loc8		0.00						
↳ loc6		12.00						
Inlet_revolve...		10.00						
↳ loc7		0.00						
↳ loc9		10.00						

Figura 37. Ventana de Path & Locations etapa 1

Etapa2		61.67							
PNP2		26.67					# Attach InletRevolver_PartPrototype	1	
pick2		9.34		PTP	5 %	fine	# Destination Gripper_1 # Drive pos2 # De	5	pick2
via5		6.39		PTP	5 %	fine	via5		
via3		3.92		PTP	5 %	fine	via3		
PlacePre...		4.29		PTP	5 %	fine	# Release TCPF1 # Destination Gripper_1	5	PlacePre...
via		2.74		PTP	10 %	fine	via		
Outlet_lzq1		15.00							
loc20		0.00							
loc19		7.50							
loc18		7.50							
Outlet_Der_Op		15.00							
loc11		0.00							
loc10		7.50							
loc16		7.50							
Outlet_lzq_Op		15.00							
loc26		0.00							
loc29		15.00							
PrensasPepe...		15.00							
Outlet_Der_Op		15.00							
loc27		0.00							
loc28		15.00							
Prensas2_abi...		5.00							

Figura 38. Ventana de Path & Locations etapa 2

Figura 39. Ventana de Path & Locations etapa 3

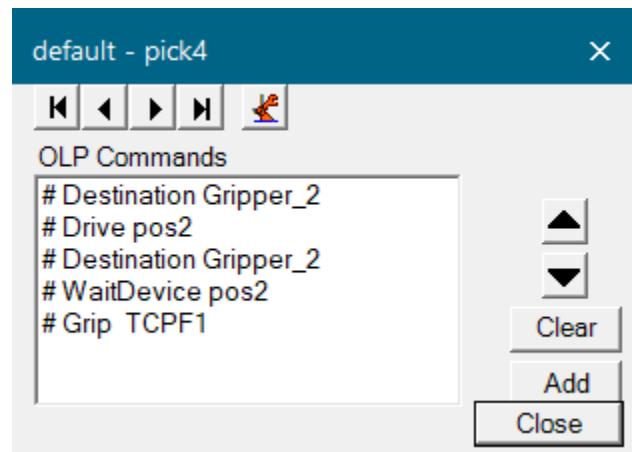


Figura 40. Programación pic robot

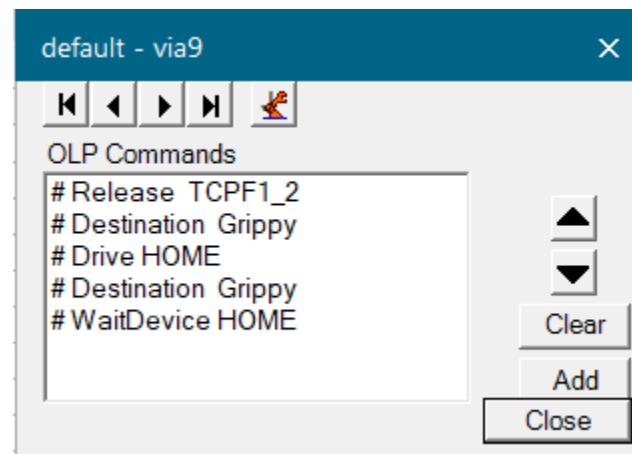


Figura 41. Programación place robot

Validación de propuesta

Revisión del Diseño

Para poder tener un diseño que realmente nos sirva al momento de implementarlo en el proyecto, es necesario hacer un estudio de viabilidad técnica el cual nos habla sobre las posibilidades de llevar a cabo nuestro proyecto a un nivel técnico, tomando en cuenta que sea viable el proceso de manufactura de nuestra pieza. Para esto es importante guiarnos con las siguientes palabras:

¿Hay suficientes bienes y materiales disponibles para ejecutar el proyecto?

Si hay suficiente material para elaborar el proyecto, sin embargo es importante tener en cuenta el costo del material y de manufactura, habiendo presupuestado el material por utilizar que en este caso será PLA, es conveniente puesto que es una pieza chica.

¿Se está utilizando la mejor tecnología disponible?

Si, para este proceso de manufactura se puede desarrollar por maquinado CNC y por impresión, en nuestro caso decidimos irnos por la impresión, puesto que contamos con una impresora 3D y tenemos el material a la mano de PLA y no acrílico o acero para maquinado en CNC. En la industria, sería más viable manufacturar por CNC dado que es una forma que se puede maquinar en solo un plano y nos es más viable económicamente y por temas de tiempo.

¿El equipo involucrado tiene las habilidades técnicas y la experiencia para hacer uso de herramientas tecnológicas adecuadas?

Como es un proceso automatizado está desarrollado para que el equipo se use automáticamente y no ocupe de una persona.

¿Cómo se transportarán los materiales y bienes?

Los materiales que transporta nuestro equipo son suministrados por un mecanismo anterior el cual lo puede ir llenando un operador o mecánicamente.

¿Están alineados el diseño, los equipos, los materiales, las herramientas y las capacidades del equipo de trabajo?

Si, todo este equipo está adaptado al proceso, puesto que fue diseñado de acorde a las necesidades que se ocupaban para automatizar todo este proceso de la celda.

Eficiencia en el entorno de trabajo

Sobre la eficiencia de nuestro dispositivo, suministra la parte de los inlets a la prensa cada vez que se prensa, esto nos da una alimentación continua la cual está siendo alimentada indefinidamente.

Fabricación del Fixture o Gripper:

Para la fabricación de nuestro dispositivo se maquino por medio de PLA en una impresora 3D, a continuación se adjunta los archivos correspondientes.

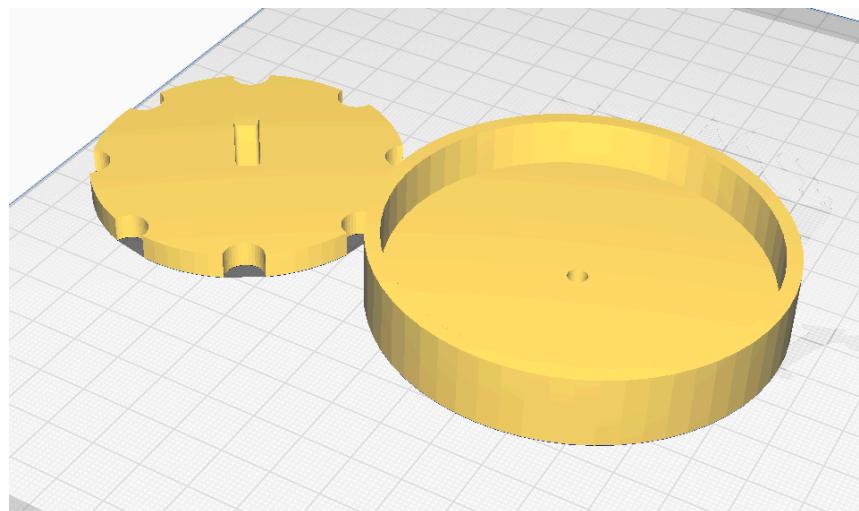


Figura 36. Modelo en STL

Pruebas funcionales



Figura 37. Impresión del modelo

Sobre las pruebas realizadas, nos dimos cuenta que en algunas partes, los inlets batallaban en caer, por lo que había que retrabajar el diámetro lijando un poco más y dando margen a las partes de que cigna por el hoyo, entonces como retroalimentación nos llevamos darle más tolerancia a los hoyos por donde sale la válvula y a las extrusiones donde se almacenan los inlets.

PLC

Diagrama de flujo de la automatización del PLC

Para representar la secuencia que debe seguir nuestro proceso realizamos un diagrama de flujo para poder identificar más fácilmente cada etapa. Esto nos ayuda a saber que señales son las necesarias para avanzar de etapa, y conseguir una programación más eficiente, además de que facilita el proceso de programación.

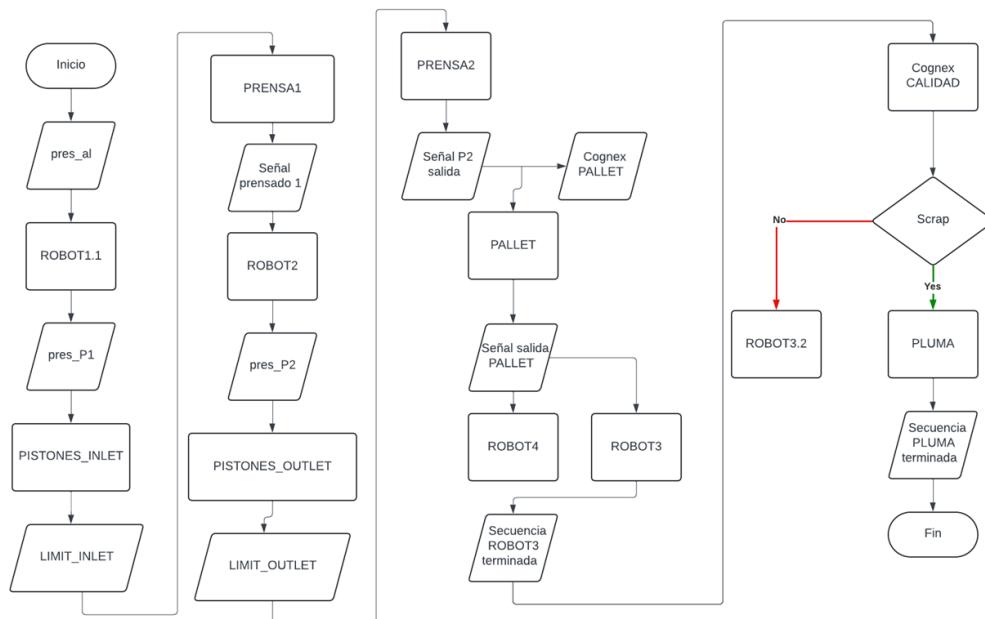


Figura 38. Diagrama de PLC

Identificación de sensores y actuadores (características)

Con ayuda del diagrama de flujo realizamos el listado de las entradas y salidas necesarias para llevar a cabo la programación del PLC, en la Figura 39 podemos apreciar el listado de las Tags del PLC que describen a los sensores como entradas y a los actuadores como salidas. Estas asignaciones son las que llamaremos en el código del PLC para poder programar la secuencia de nuestra celda de manufactura.

Boton de paro	Def...	B...	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
pres_al	Def...	B...	%I1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		sensor de presencia de pieza en Almacen
pres_P1	Def...	B...	%I1.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		sensor de presencia de pieza en Prensa 1
pres_P2	Def...	B...	%I1.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		sensor de presencia de pieza en Prensa 2
Limit_INLET	Def...	B...	%I1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Confirmación del Inlet
LIMIT_OUTLET	Def...	B...	%I1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Confirmación Outlet
COGNEX PALLET	Def...	B...	%I1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Sensor Pallet Completo
COGNEX CALIDAD	Def...	B...	%I1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Sensor para desecho
ROBOT1.1	Def...	B...	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Secuencia 1 Robot 1 Cuerpos
ROBOT2.1	Def...	B...	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Secuencia 1 Robot 2 Cuerpos
ROBOT3.1	Def...	B...	%Q1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Secuencia 1 Robot 3 Cuerpos + Flux
ROBOT3.2	Def...	B...	%Q1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Secuencia 2 Robot 3
ROBOT4.1	Def...	B...	%Q1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Secuencia 1 Robot 4 Anillos/Membranas
PRENSA1	Def...	B...	%Q1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Prensado 1
PRENSA2	Def...	B...	%Q1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Prensado 2
PISONTES_INLET	Def...	B...	%Q1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Pistones P1/revolver
PISTONES_OUTLET	Def...	B...	%Q2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Mecanismo Outlet
PLUMA	Def...	B...	%Q2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Pluma/puerta Horno
PALLET	Def...	B...	%Q2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Piston Pallet

Figura 39. Declaración de los sensores y actuadores

Sensores

Para poder detectar la presencia de las piezas a lo largo del proceso optamos por utilizar sensores infrarrojos. Estos sensores nos indican en qué parte del proceso se encuentran las piezas, además de que le permite saber al PLC si hay etapas del proceso ocupadas, una vez estén liberadas, el sensor manda esta información al PLC y este se encarga de correr la siguiente etapa del proceso.



Figura 40 Sensor infrarrojo

Utilizamos limit switches para detectar el correcto funcionamiento de la celda, nuestra celda es 100% automática aunque requiere de constante abastecimiento de piezas, por lo que estos sensores nos ayudan a saber si algún contenedor está vacío. Están colocados estratégicamente para permitirle al operador saber con tiempo de antelación que un contenedor está por quedarse vacío, dándole tiempo a que este sea rellenado sin tener que parar el proceso de la celda.



Figura 41. Limit switch

Actuadores

Para el funcionamiento de la prensa utilizamos cilindros neumáticos, estos nos otorgan la capacidad de manipular piezas en posiciones muy específicas, además son componentes muy confiables que no necesitan de mucho mantenimiento. Con la ayuda de un sistema neumático estos componentes son programables, se requiere de válvulas solenoides para que el PLC pueda controlar las 3 posibles posiciones de un cilindro neumático, logrando que el pistón sea programable.



Figura 42. Pistones

Esquema de conexiones

Para lograr una conexión confiable en nuestra celda optamos por una conexión Ethernet/IP mezclada con conexiones tipo AS-i, gracias a que trabajamos con brazos robóticos la opción más viable para una conexión confiable sería Ethernet, ya que no son sensores o actuadores sino computadoras. Para los distintos sensores que hay en la celda decidimos utilizar conexiones tipo AS-i ya que con 1 solo cable logramos entregar información así como la electricidad necesaria para que los sensores funcionen.

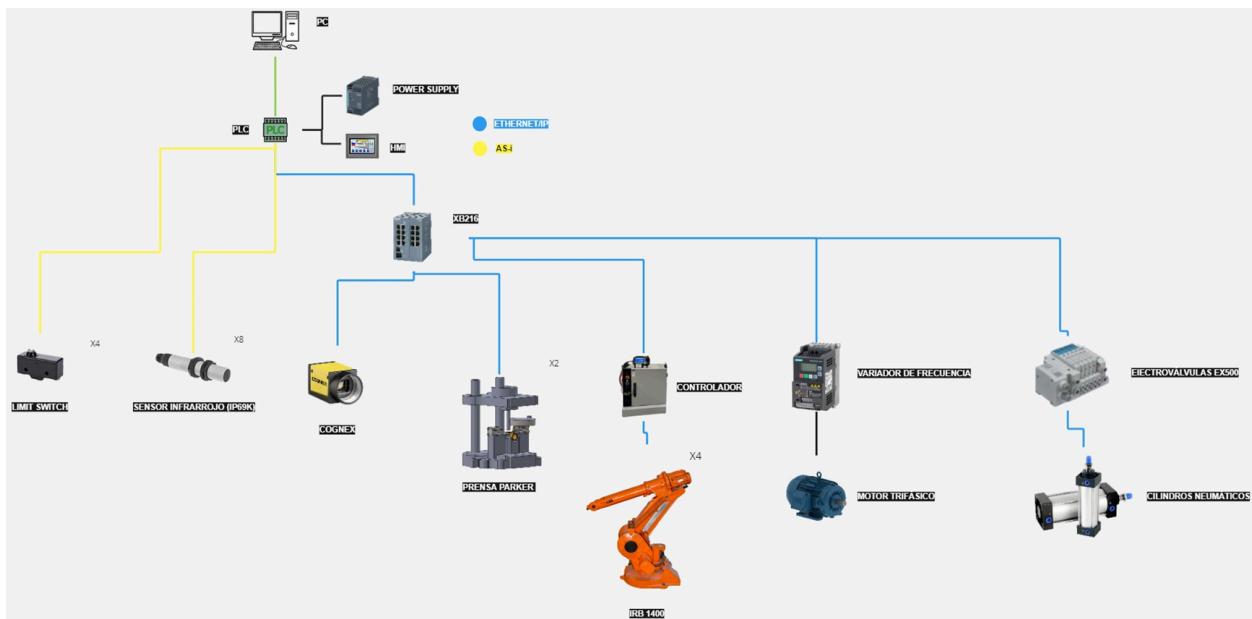


Figura 43. Esquema de conexión de la celda

Selección de PLC y módulos de E/S

Gracias a que solo contamos con 20 entradas y salidas optamos por un PLC SIEMENS S7 1200, este es un PLC flexible que es compatible con el tipo de conexión que utilizaremos para la celda, en este caso Ethernet/IP.

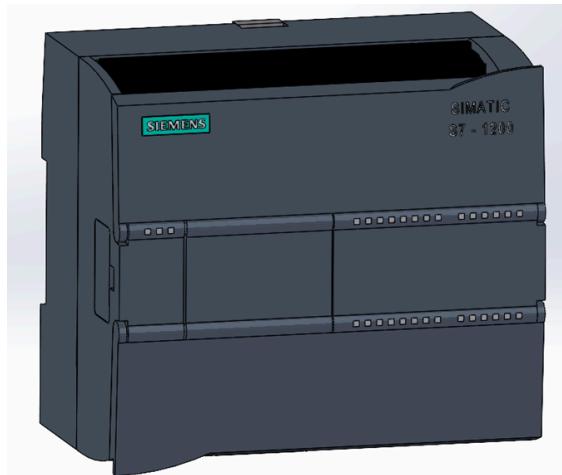


Figura 44. PLC SIEMENS S7-1200

Programación de la automatización del proceso

Para la programación del PLC decidimos separar el proceso en funciones, esto con el fin de poder correr el programa siempre y cuando los sensores de seguridad lo permitan en este caso la puerta de seguridad y el botón de paro.

Proceso de implementación de la propuesta

Para poder implementar una propuesta como la que estamos presentando, es importante tener en cuenta varios aspectos, para poder evitar el mayor número de errores y modificaciones que se le harán a la celda. Para esto es importante hacer una planeación y estrategia con la cual implementaremos los sistemas. Para esto es importante seguir con la siguiente metodología.

1. Planeación: Lo más importante del proceso, es poder planear de manera precisa cada una de las etapas como del desarrollo en el que implementaremos la celda, siguiendo los reglamentos ANSI-RIA, teniendo en cuenta nuestro presupuesto, y que es lo que haremos si todo el proceso se detiene.
2. Definir los límites y objetivos: Para empezar con el proceso de automatización, es

importante delimitar hasta donde queremos que nuestro proceso o mecanismo llegue, ya sea una automatización parcial o completa, también es importante que si hay un proceso antes, pidamos un mínimo de requerimientos al momento en el que se pasa a nuestro proceso. Por esto es importante delimitar qué tanto automatizamos, como tanto vamos a lograr con nuestro proyecto. Nosotros como equipo, pedimos una serie de requisitos para que nuestro proceso sea completamente efectivo.

- a. Suministrar por medio de conveyor los cuerpos de las válvulas, los inlets and outlets con sus anillos respectivos de soldadura y por último los pallets con sus argollas conducidas por un conveyor. Con todas estas series de requisitos, nosotros brindaremos un resultado automatizado con los tiempos previamente descritos.
3. Simulaciones: Antes de empezar a llevarlo a la práctica, es importante hacer análisis y simulaciones sobre los procesos como cada una de las operaciones, así nosotros conoceremos cuales son los puntos débiles, para después mejorarlos. Todo este punto fue desarrollado a lo largo del proyecto.
4. Preparación y entorno del ambiente: Una vez ya analizado, planeado y verificado en simulaciones, es necesario parar las operaciones para empezar a delimitar el layout y seguido de esto empezar a instalar los equipos mecánicos, eléctricos y robóticos.
5. Pruebas: Ya con todo el equipo correspondiente de la celda instalado, es importante hacer pruebas tanto de los equipos técnicos como de los procesos, ya sea con los operadores o con los robots, para que después de haber completado las pruebas, hacer un análisis de los resultados de las válvulas, para analizarlas y ver si es que pasan la prueba de calidad.
6. Ajustes: Una vez analizada y cruzada por la etapa anterior, debemos de realizar los ajustes necesarios en los equipos, tiempos, operadores, robots, etc. para que así respondiendo a nuestro resultado, podamos adecuar las características de la celda para tener un mejor resultado.
7. Visto bueno seguridad y calidad: Cada una de las empresas maneja políticas diferentes, por lo que una vez implementada, probada y ajustada la celda, es necesario ir con el departamento correspondiente a que dé de alta la celda y así pueda funcionar adecuadamente dentro de la planta.

8. Evaluación y documentación: No solo en esta etapa si no a lo largo del proyecto, se debe de ir documentando cada parte del proyecto como cada fallo, para así poder prevenir errores similares en un futuro y tener toda la evidencia correspondiente del proceso de implementación.

Lista de costos

A continuación se adjunta el archivo excel con los costos correspondientes, junto con su retorno de inversión.

 **Lista de costos**

Los siguientes archivos: [Process simulate](#), [Código PLC](#), [Plant simulation](#), archivos [CAD](#), se adjuntan en conjunto en una carpeta de Drive.

Carpeta con los archivos

 **PARKER**