

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ
INSTITUTO DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y MANUFACTURA,
"Proceso de estampado en un PLC Allen Bradley 1200C."

Redes Industriales

Francesco García Luna

Alumnos

José Alejandro Herrera Fuentes-179973

Martín Iván Martínez Vela-180000

Maximiliano García Carreón-180026

Edgar Irán García Ojeda-180032

Jessica Estefanía Aguilar Orocio-180099

Ciudad Juárez, Chihuahua.

4 Mayo 2022

Índice general

1. Introducción.	1
1.1. Antecedentes.	1
1.2. Planteamiento del problema.	1
1.3. Objetivo.	1
1.3.1. Objetivos específicos.	1
2. Marco Teórico.	3
2.1. Línea de producción	3
2.1.1. PLC	3
2.1.2. Cilindros o pistones neumáticos	3
2.1.3. Banda transportadora	4
2.1.4. Motor	4
2.1.5. Sensor de presencia	4
2.2. Ecuación de movimiento	4
2.3. Diagrama espacio-fase	5
2.4. Programación	6
2.4.1. Diagrama de tipo escalera (LAD)	6
3. Metodología.	7
3.1. Dibujo del proceso.	7
3.2. Tabla de datos.	9
3.3. Ecuación de movimiento	10
3.4. Diagrama de espacio-fase.	11
3.5. Circuito neumático.	13
3.6. Diseño 3D del sistema.	14
4. Resultados	19
5. Conclusión	20
6. Referencias.	21

Índice de figuras

2.1. Ejemplo de ecuación de movimiento.	5
2.2. Ejemplo de diagrama de espacio-fase.	6
3.1. Representación de los sensores de anillo y cilindros en vista lateral.	7
3.2. Representación de los sensores de anillo y cilindros en vista superior.	8
3.3. Representación del motor en vista lateral.	8
3.4. Representación de los sensores de proximidad.. . . .	9
3.5. Diagrama de espacio-fase del motor.	11
3.6. Diagrama de espacio-fase del pistón A.	11
3.7. Diagrama de espacio-fase del pistón B.	12
3.8. Diagrama de espacio-fase del pistón C.	12
3.9. Diagrama de espacio-fase del pistón D.	13
3.10. Circuito neumático de nuestra programación.	13
3.11. Circuito neumático de nuestra programación.	14
3.12. Base del pistón de doble efecto.	15
3.13. Base del pistón de simple efecto.	15
3.14. Diseño de arco para sostener pistón D.	16
3.15. Dispensador para jabones.	17
3.16. Base para ensamblar todas las piezas.	17
3.17. Banda transportadora.	18
3.18. Base para sensores de proximidad	18
4.1. Ensamble completo de todas las piezas.	19

Índice de tablas

3.2. Tabla de datos de las salidas.	9
3.1. Tabla de datos de las entradas.	10
3.3. Ecuación de movimiento y sus prerequisites	10

Capítulo 1

Introducción.

En este documento se mostrarán los resultados del diseño de una línea de estampado automática a escala. Para la realización de este diseño se requirió construir una base donde estarán los pistones y una banda transportadora. Este diseño se programó en un PLC Allen Bradley 1200C en formato escalera. Este se encuentra seccionado con antecedentes, objetivos, marco teórico, metodología utilizada, resultados y nuestra conclusión.

1.1. Antecedentes.

Un sistema de estampado es un proceso en el cual se modifica la forma geométrica de alguna pieza mediante presión para obtener una figura determinada. En [1] ellos deforman plásticamente una lamina de metal con herramientas, conocidos como dados, para obtener una forma deseada. Tener un sistema así, en general, mejora la productividad del proceso que estamos haciendo, ya que este reduce tiempos muertos y errores humanos. En [2] vemos como en la empresa textil al momento de implementar una automatización en su proceso de estampado, su producción mejoro a comparación de cuando no lo tenían.

1.2. Planteamiento del problema.

En el sector industrial, hay muchas tareas repetitivas que por factor humano, pierden precisamente el factor de repetibilidad.

1.3. Objetivo.

Diseño de un proceso de automatización de una línea de estampado en un PLC Allen Bradley 1200C.

1.3.1. Objetivos específicos.

- Analizar diseños de una línea de estampado.

- Desarrollar diseño en CAD del sistema de estampado.
- Desarrollar diseño en físico del sistema de estampado.
- Construir tabla de datos de entradas y salidas del PLC.
- Desarrollar ecuación de movimiento.
- Desarrollar diagrama espacio-fase.
- Desarrollar programación en formato escalera.
- Validar diseño.

Capítulo 2

Marco Teórico.

2.1. Línea de producción

En el mundo de la industria, al fabricar un producto a gran escala se necesita utilizar recursos que apoyen a los desarrolladores a realizar dicha tarea. Se necesitan herramientas, infraestructura y medios técnicos y tecnológicos que permitan un montaje en serie con distintas etapas [3].

Una línea de producción, es aquella que se integra por un conjunto de estaciones o lugares de trabajo ya sean manuales, semi-manuales, semi-automatizadas o automatizadas por completo. Estas estaciones son elegidas de acuerdo al tipo de producto que se esté realizando, así se tomara la dificultad y sucesivamente la forma del proceso [4].

2.1.1. PLC

El PLC es un Controlador Lógico Programable que prácticamente es un sistema industrial de control automático, como su nombre lo indica sirve para controlar un proceso para que este tenga un mejor funcionamiento como además sea en parte autónomo, esto quiere decir que trabaje de una manera más continua sin que necesite que alguien intercepte. Este controlador es un circuito que permite tener una comunicación de sus entradas con los actuadores por medio de comunicación binaria.

Existen principales productores de Controladores Automatas programables tenemos a los siguientes:

- Allen Bradley.
- Mitsubishi.
- Schneider.
- Siemens.

2.1.2. Cilindros o pistones neumáticos

Los cilindros neumáticos o pistones son componentes que utilizan aire comprimido para realización de un movimiento. Estos actuadores son utilizados en una gran variedad de proyectos

de automatización industrial.

- Cilindro de simple efecto: Este cilindro cuenta con una leva de conmutación y racores rápidos, el cual todo está montado en una base de material sintético. Su funcionamiento consiste en utilizar aire comprimido para hacer que el vástago salga del cilindro. Si se remueve el aire comprimido del cilindro, el vástago de este se va a retraer haciendo que vuelva a estar en su posición original.
- Cilindro de doble efecto: El cilindro de doble efecto cuenta con una construcción similar a la del cilindro de simple efecto, pero su funcionamiento es diferente. Para poder trabajar con este cilindro necesitamos aire comprimido al igual que el de simple efecto con la excepción de que este debe ser accionado una segunda vez para que su vástago pueda ser retraído a la posición original, ya que este no cuenta con un retorno de muelle. Para hacer salir el vástago debemos introducir el aire comprimido por una de las entradas de aire del cilindro y con la otra entrada haremos que regrese una vez que dicho vástago haya salido y llegado a su punto final.

2.1.3. Banda transportadora

Banda transportadora: Las bandas son objetos de auxilio en la industria, la función de estas consiste en transportar material de un punto a otro o elevar objetos que se encuentren encima de ellas. Estas trabajan de manera autónoma y por lo regular transportan material sólido u otros materiales que puedan ser sostenidos por la goma de la banda.

2.1.4. Motor

el motor es un aparato con la capacidad de transformar la energía que utiliza para alimentarse en energía mecánica, esta energía mecánica la utiliza para hacer que los demás dispositivos con los que este trabaja se muevan y puedan realizar sus tareas.

2.1.5. Sensor de presencia

el sensor de presencia es un dispositivo mecánico capaz de detectar objetos que atraviesan su rango de visión, dependiendo de la posición en la que se encuentre el objeto el sensor lo leerá y mandará una señal de detección.

2.2. Ecuación de movimiento

Es un esquema secuencial en neumática o electroneumática, el cual consiste en representar los movimientos de los actuadores, considerados en realizar un orden determinado llamado secuencia. Cada movimiento no puede iniciar hasta que el movimiento anterior no se haya realizado y controlado, los cuales son nombrados prerrequisitos para que el movimiento funcione. En los prerrequisitos están incluidos los sensores o entradas para iniciar el funcionamiento [8].

Para representar la ecuación de movimiento se pudo obtener de la referencia [9] donde muestra que se deben de considerar ciertos puntos para la elaboración de la secuencia, los cuales son los siguientes:

- Los actuadores (cilindros, motores) se representan por letras A, B, C, M, Y1 etc.
- La salida del vástago o accionamientos se representan por el signo de “+” y su retorno por el signo de “-”.
- Las etapas o fases de los actuadores se describen por orden cronológico.
- Las transiciones se representan por válvulas como pulsadores (S), finales de carrera (“a1” afuera y “a0” adentro para el caso del cilindro A).

Un ejemplo de una ecuación de movimiento en neumática se puede observar en la siguiente figura 2.1 donde se utilizan 2 cilindros con la siguiente secuencia donde el cilindro A sale, continuando con el cilindro B, después se retrae B y por último se retrae el cilindro A. Donde los prerequisites son los finales de carrera como también un pulsador para iniciar el proceso.

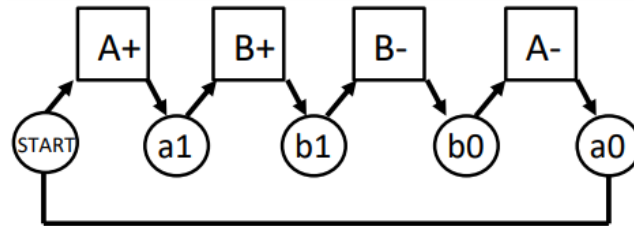


Figura 2.1: Ejemplo de ecuación de movimiento.

2.3. Diagrama espacio-fase

Es un diagrama de desplazamiento-fase para representar gráficamente las etapas secuenciales o fases del ciclo de funcionamiento. Se le llama fase al cambio de estado de un elemento [10]. Para realizar el diagrama se necesitan ciertas características que se podrán ver en los siguientes puntos:

- El diagrama espacio-fase se muestra en 2D por lo que el eje de las ordenadas representa las fases de los cilindros.
- En el eje de las abscisas se representa el número total de fases o bien el número de pasos para realizar el ciclo.
- Se traslada en el gráfico la ecuación de movimiento.

En el diagrama de espacio-fase no se puede observar la velocidad que tenga el actuador simplemente el cambio de estado, si el caso es observar respecto al tiempo existe otro diagrama espacio-tiempo en donde las abscisas se representan por el tiempo en cada maniobra [9].

Un ejemplo sencillo del diagrama espacio-fase se puede mostrar en la siguiente figura 2.2 con un ciclo simple de 2 cilindros, teniendo la secuencia A+B+B-A- donde solo tendremos 5 pasos.

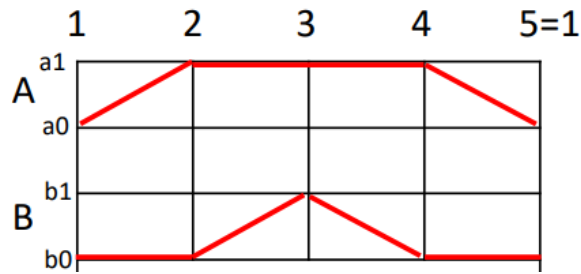


Figura 2.2: Ejemplo de diagrama de espacio-fase.

2.4. Programación

El PLC para poder ser activado necesita tener una programación que le indicara las instrucciones del trabajo que tiene que efectuar. Generalmente existe muchos tipos de lenguajes de programación para expresar los procesos que pueden ser llevados a cabo por las maquinas, pero en el caso de los PLC existen cinco tipos de lenguajes que pueden ser leídos por el controlador [10]. El lenguaje utilizado en el presente proyecto es el diagrama LAD.

2.4.1. Diagrama de tipo escalera (LAD)

El lenguaje tipo escalera es el mayor utilizado en la industria, por ser más sencillo y además de ser un lenguaje gráfico. Este lenguaje consiste en variables tipo booleano, comparable a los antiguos controladores de tipo relé, donde representa un flujo de energía al ser contactos lo que muestra [10].

La estructura es simple ya que en la parte de la izquierda se encuentra suministrado una señal lógica "1", la cual llega a todos los elementos conectados, dependiendo de la condición de cada contacto permitirán o interrumpirán el flujo de energía. En un circuito típico aparecen los contactos en la parte izquierda y una bobina en la parte derecha. Para programar con ladder (escalera), se debe estar familiarizado con las reglas y los elementos del lenguaje, algunos elementos generales son los siguientes [10].

- Contacto normalmente abierto: Es la variable que tiene un valor de 0 y cuando este se energiza se cierra y manda un valor de 1.
- Contacto normalmente cerrado: Es aquel contrario al contacto normalmente abierto, cuando esta variable tiene un valor original de 1 y cuando esta condición se cumple abre el circuito e interrumpe la energía.
- Salida, bobina o relé: Esta variable será la representación del actuador o también utilizada para memorias para ser utilizadas como condiciones, ya que dependiendo de sus condiciones se pueden activar, al igual que enclavar o desenclavar.

Capítulo 3

Metodología.

3.1. Dibujo del proceso.

En la figura 3.1 vemos una representación 3D de nuestro proceso de estampado. Contamos con 4 pistones, dos que sujetaran las piezas (B y C), un estampador (D) y un pistón que estará integrado en el dispensador.

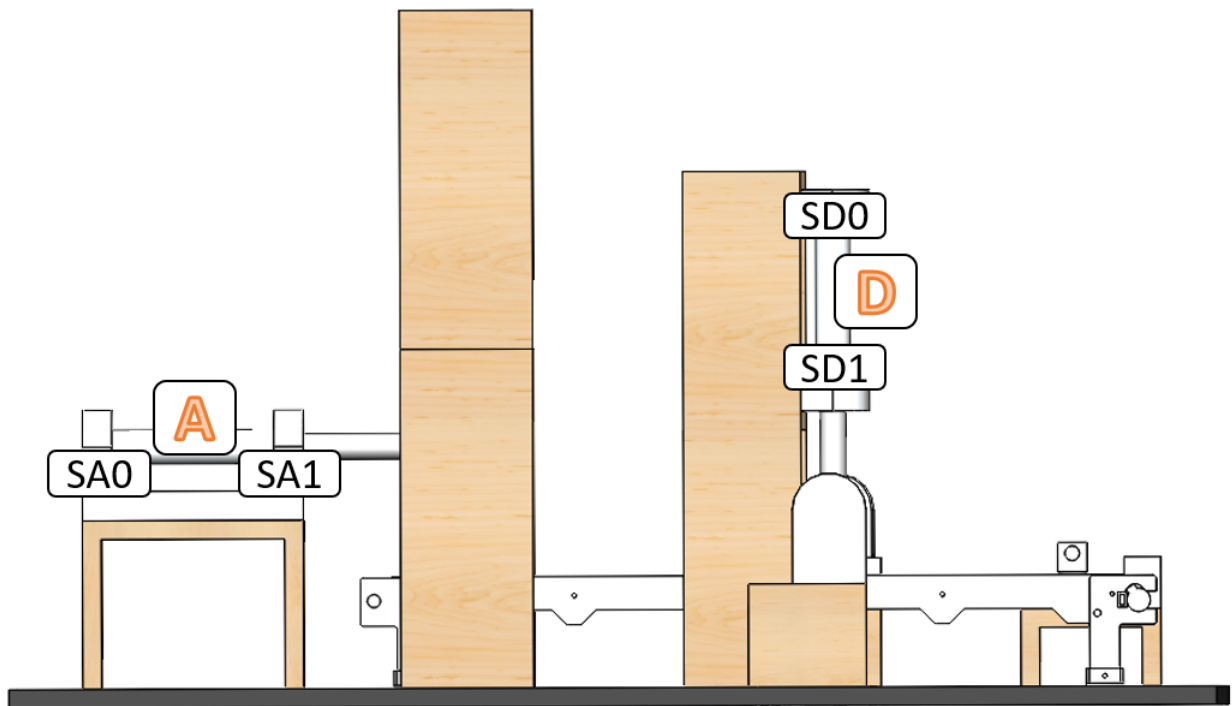


Figura 3.1: Representación de los sensores de anillo y cilindros en vista lateral.

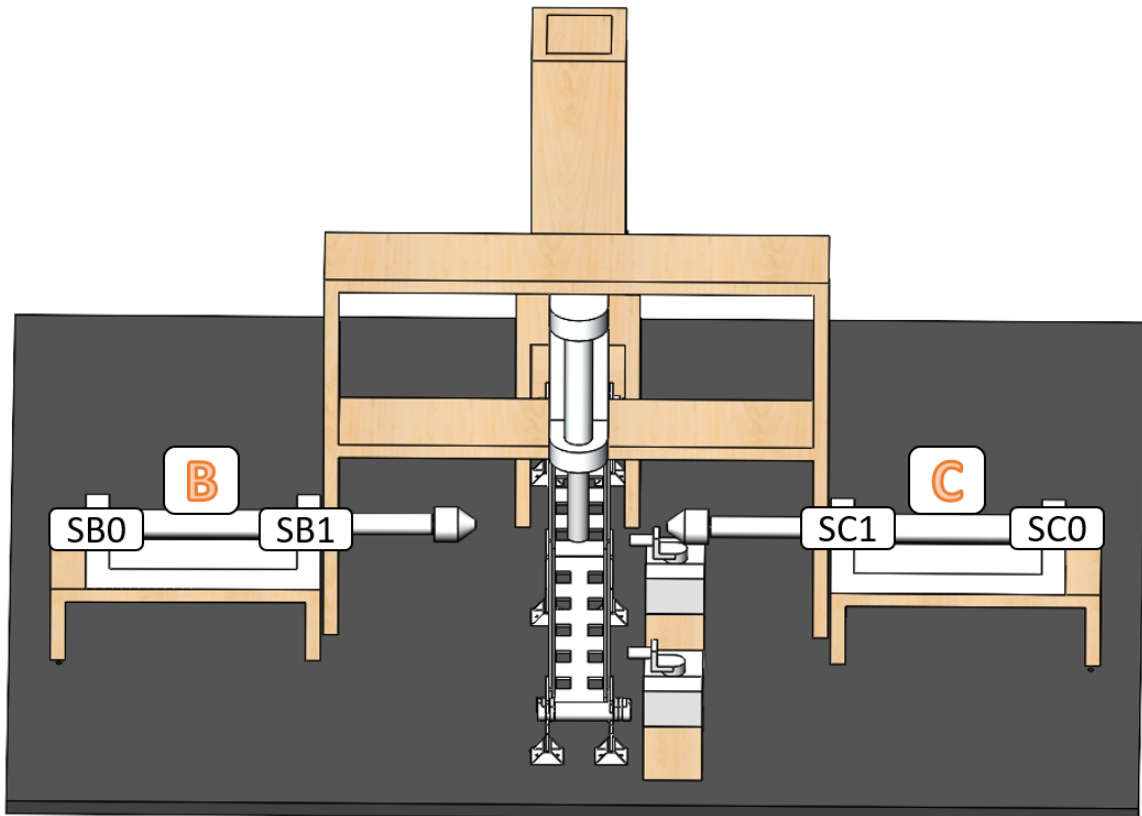


Figura 3.2: Representación de los sensores de anillo y cilindros en vista superior.

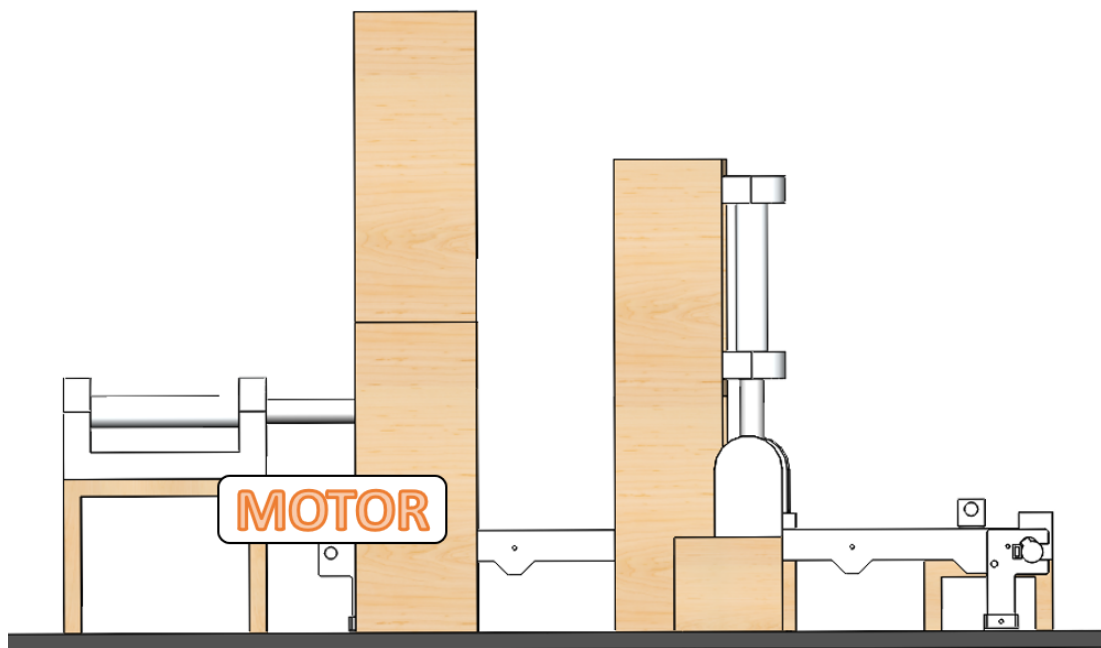


Figura 3.3: Representación del motor en vista lateral.

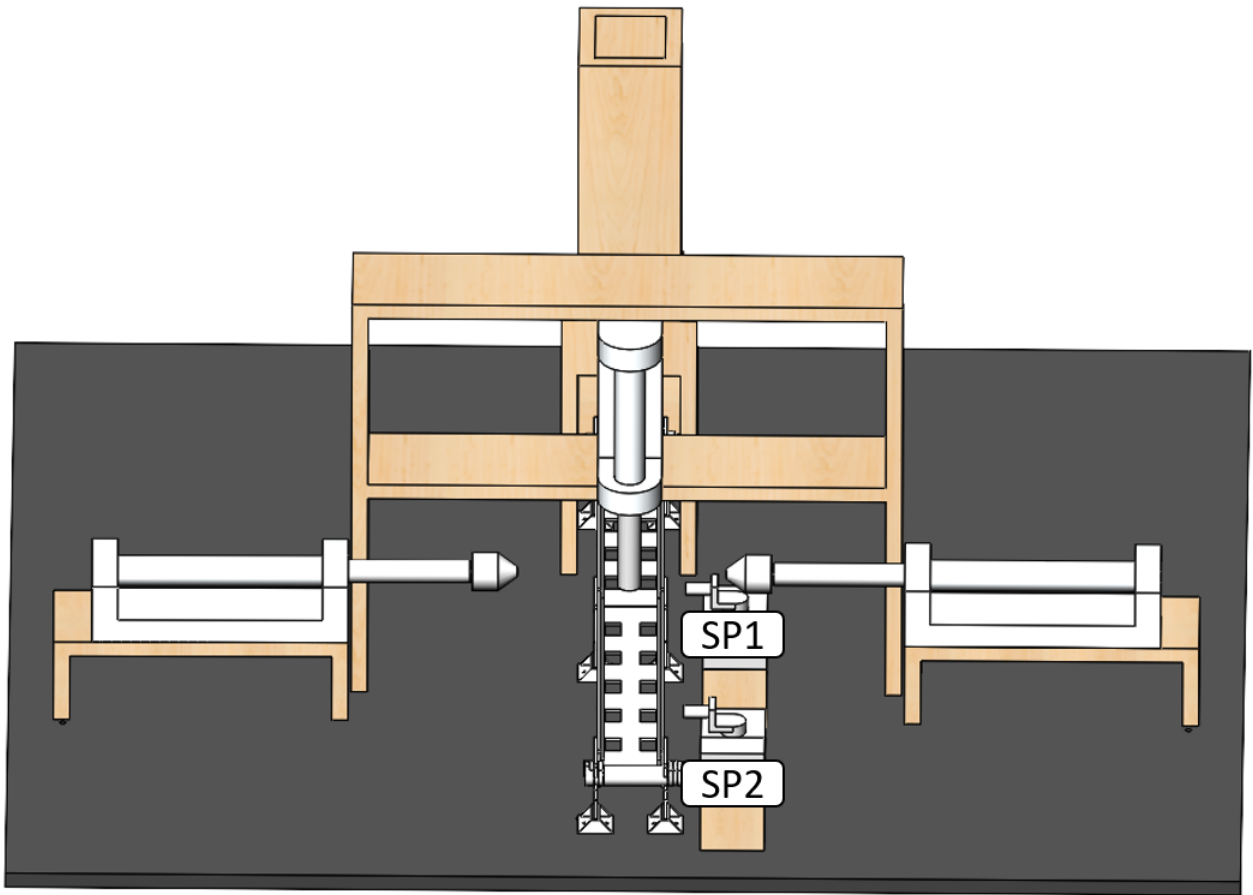


Figura 3.4: Representación de los sensores de proximidad..

3.2. Tabla de datos.

La tabla de datos nos permite conocer si un dato es una entrada o una salida, saber su etiqueta y el bit de dirección. En la siguiente tabla se mostrará la tabla de datos de las entradas empleada para nuestra programación.

En la siguiente tabla se mostrará la tabla de datos de las salidas:

Tabla 3.2: Tabla de datos de las salidas.

Tipo de dato	ID	Dirección
Output	MOTOR	O:2/11
Output	A	O:2/1
Output	C+	O:2/3
Output	C-	O:2/6
Output	B+	O:2/5
Output	B-	O:2/6
Output	D	O:2/7

Tabla 3.1: Tabla de datos de las entradas.

Tipo de dato	ID	Dirección
Input	START	I:1/0
Input	SA1	I:1/1
Input	SA0	I:1/2
Input	SP	I:1/3
Input	SB1	I:1/4
Input	SC1	I:1/5
Input	SD1	I:1/6
Input	SD0	I:1/7
Input	SB0	I:1/8
Input	SC0	I:1/9
Input	SP2	I:1/10

3.3. Ecuación de movimiento

La ecuación de movimiento representa los movimientos de los actuadores en una secuencia. Estos movimientos no se deben de iniciar hasta que el movimiento anterior se haya completado. Estos se encuentran agrupados en 7 grupos, el cual determinamos que era una buena cantidad de pasos para nuestra tarea, como se muestra a continuación:

- PASO 1: (A- M-)
- PASO 2: (A+ M+)
- PASO 3: (M-)
- PASO 4: (B+ C+)
- PASO 5: (D+)
- PASO 6: (D- B- C-)
- PASO 7: (M+)

Los prerequisites y ecuación de movimiento son los siguientes:

Tabla 3.3: Ecuación de movimiento y sus prerequisites

A- M-	A+	M+	M- B+ C+	D+	D- B- C-	M+
START=1 SA1=1	SA0=1	SA1=1	SP=1	SB1=1 SC1=1	SD1=1	SB0=1 SC0=1 SD0=1

3.4. Diagrama de espacio-fase.

A continuación se mostrará el diagrama de espacio fase, en el cual se describen los cambios secuenciales de los actuadores de manera grafica.

La recta horizontal (0, 1, ..., 7) representa el número de pasos y la recta vertical (0, 1) representa que el motor está apagado y encendido, respectivamente. Mientras que para los cilindros representa que el vástago está retraído y extendido, respectivamente.

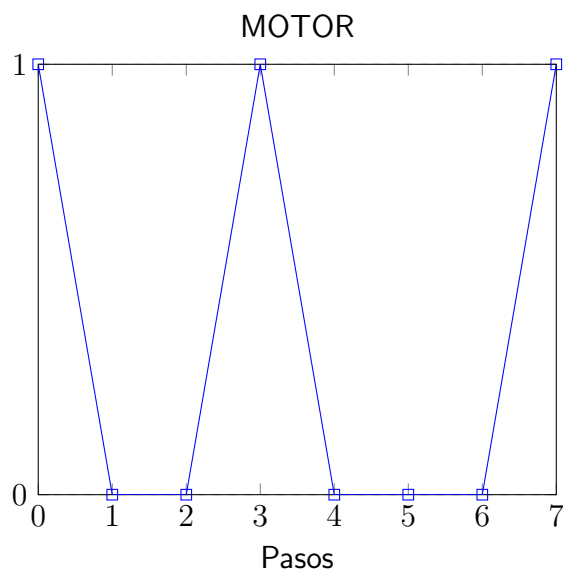


Figura 3.5: Diagrama de espacio-fase del motor.

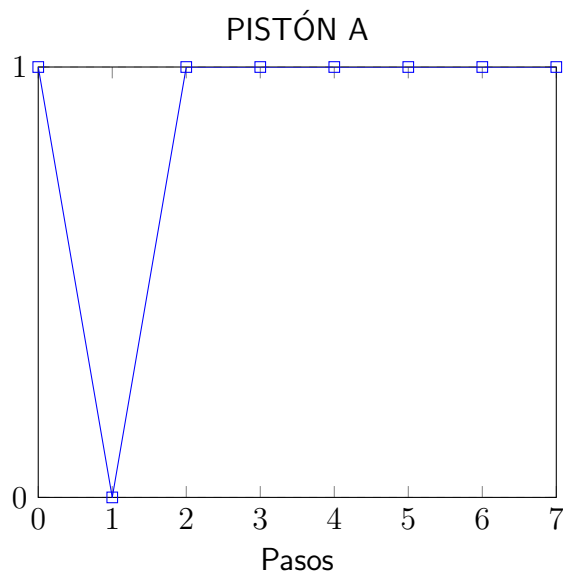


Figura 3.6: Diagrama de espacio-fase del pistón A.

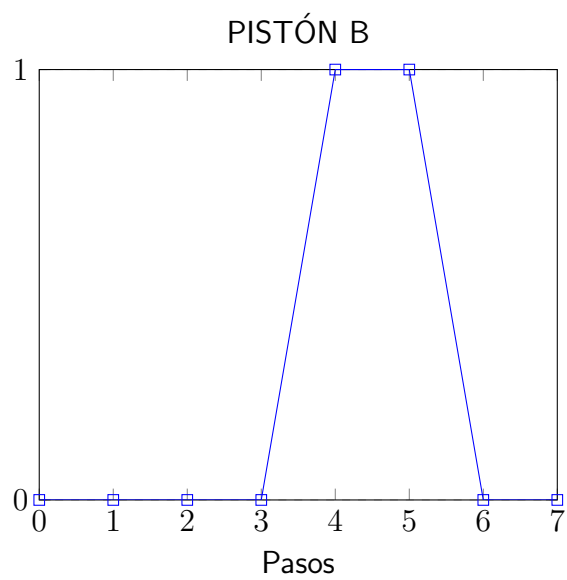


Figura 3.7: Diagrama de espacio-fase del pistón B.

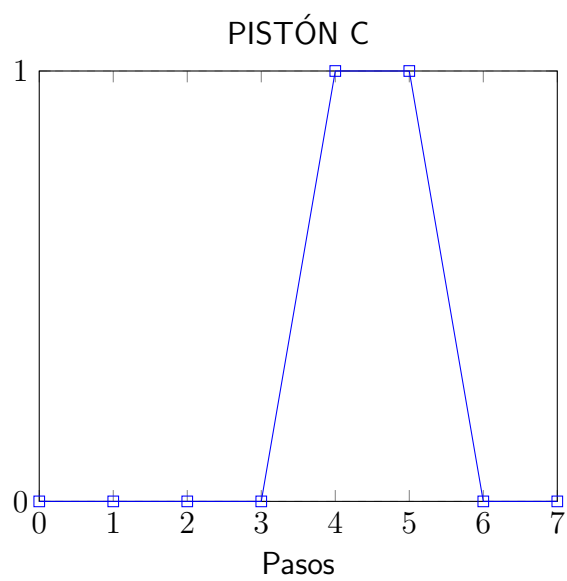


Figura 3.8: Diagrama de espacio-fase del pistón C.

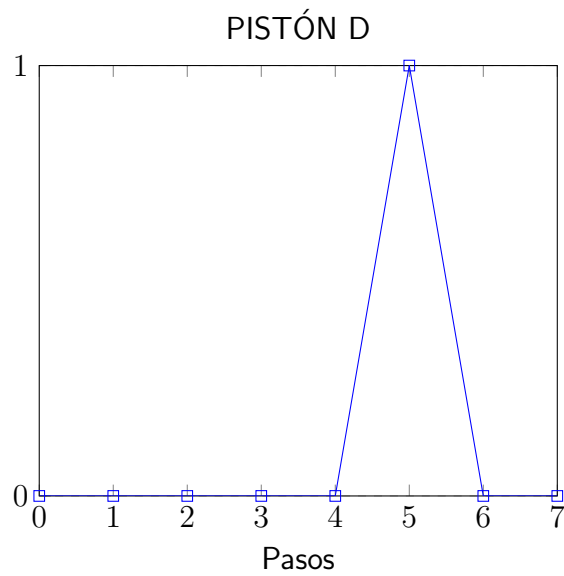


Figura 3.9: Diagrama de espacio-fase del pistón D.

3.5. Circuito neumático.

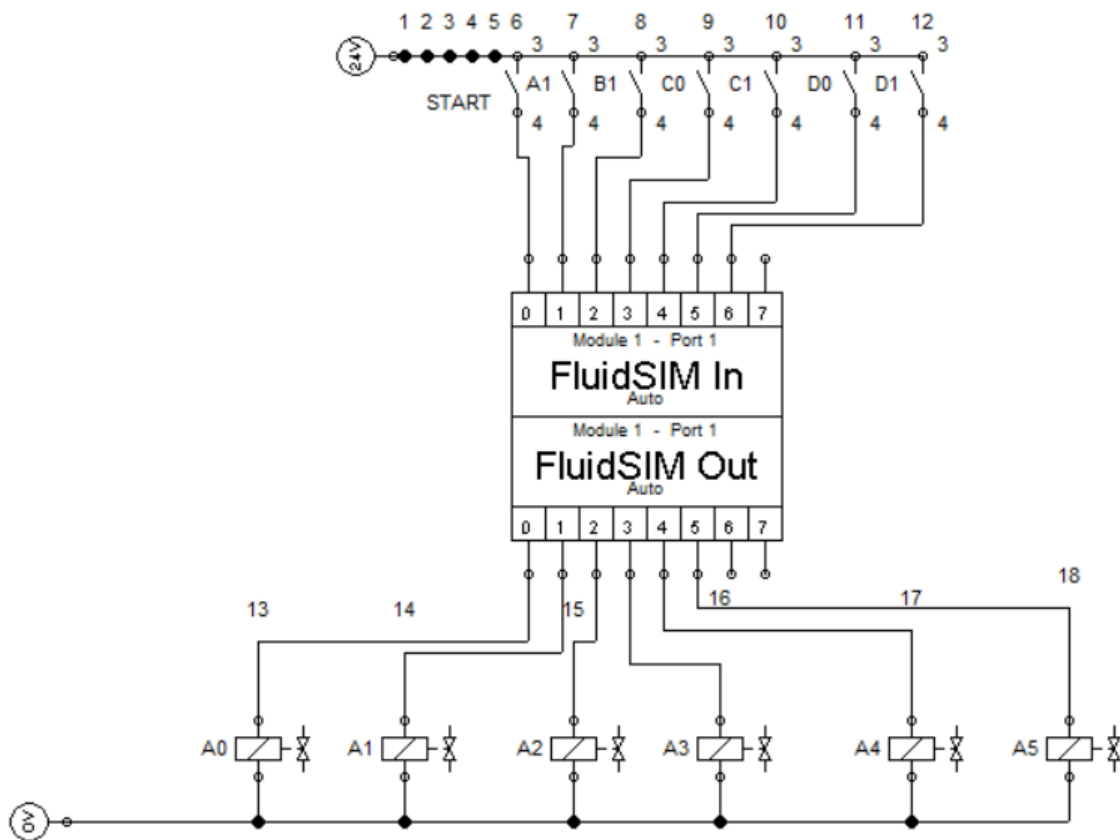


Figura 3.10: Circuito neumático de nuestra programación.

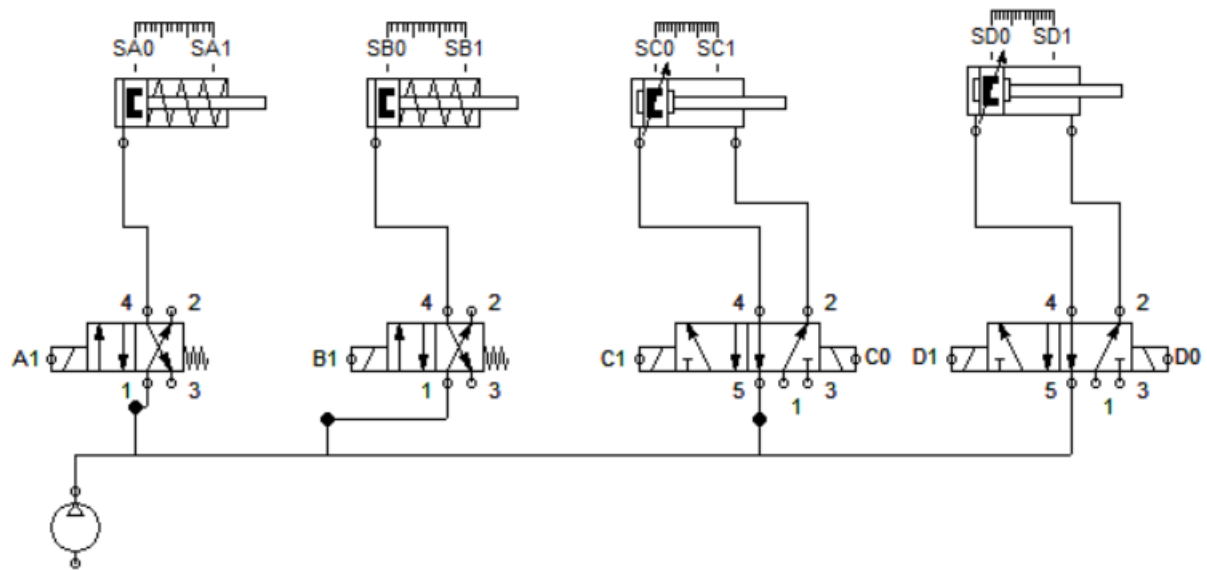


Figura 3.11: Circuito neumático de nuestra programación.

3.6. Diseño 3D del sistema.

Diseñamos nuestra línea de estampado de manera que podamos trabajar en un espacio cómodo para que no haya mucho desorden con todos los componentes.

Por ello, primero empezamos a realizar las bases para cada uno de nuestros pistones, como utilizaremos dos pistones de simple efecto y dos de doble efecto, primero diseñamos las bases de los de doble efecto, como se muestran a continuación:

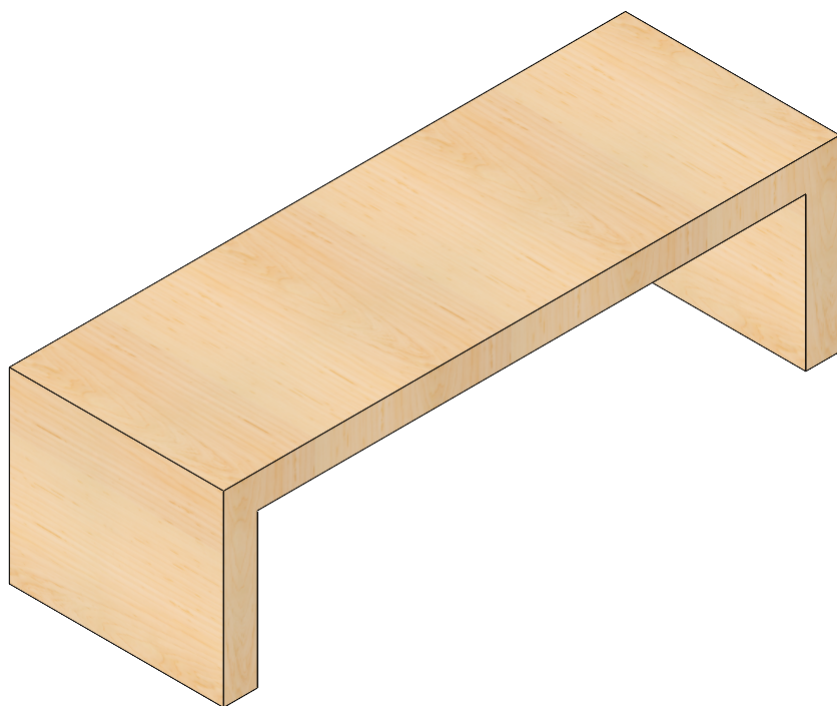


Figura 3.12: Base del pistón de doble efecto.

Como los pistones de simple efecto tiene una longitud menor que las de doble efecto, se crearon otras dos bases para los de simple efecto, como se muestra a continuación:

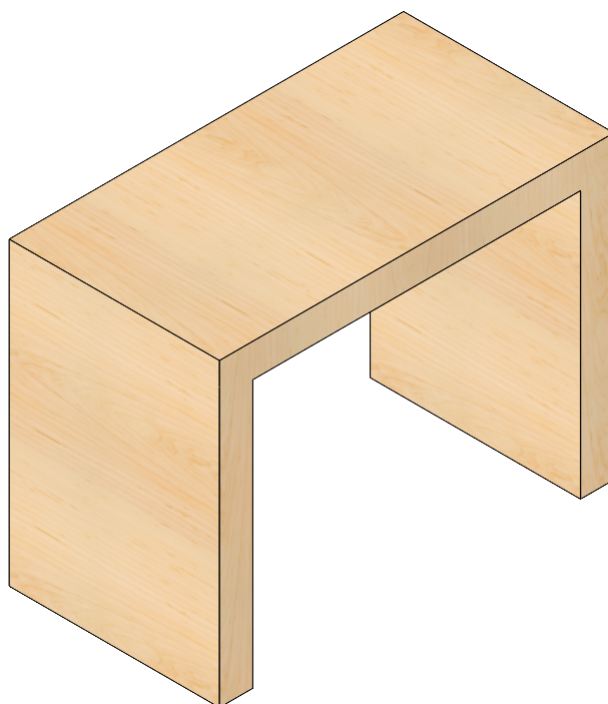


Figura 3.13: Base del pistón de simple efecto.

Luego, se diseñó un arco para colocar el pistón que se encargará de estampar el logo, como se muestra a continuación:

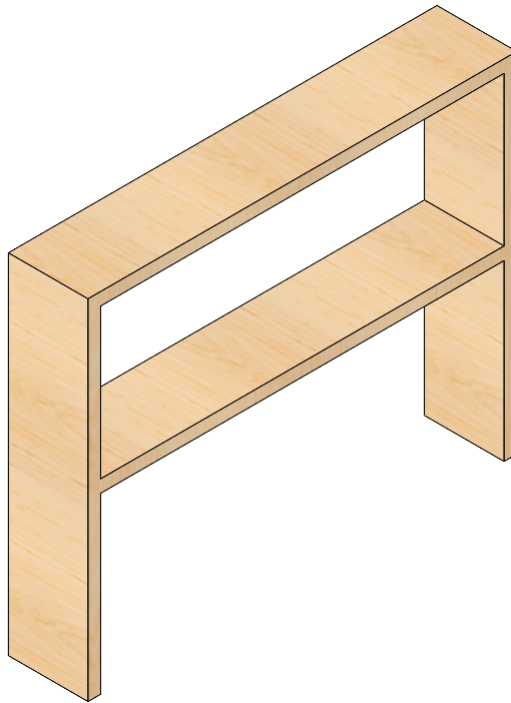


Figura 3.14: Diseño de arco para sostener pistón D.

Se diseñó un dispensador que es donde se colocarán los objetos que se van a estampar, cuando haya algún objeto en el dispensar y el sistema se inicia, un pistón lo empujará hacia la banda transportadora.

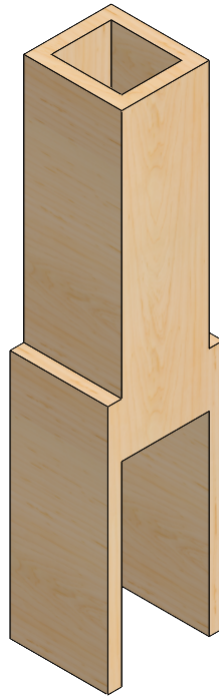


Figura 3.15: Dispensador para jabones.

También se diseñó una base que es donde se ensamblarán todas las piezas anteriores:

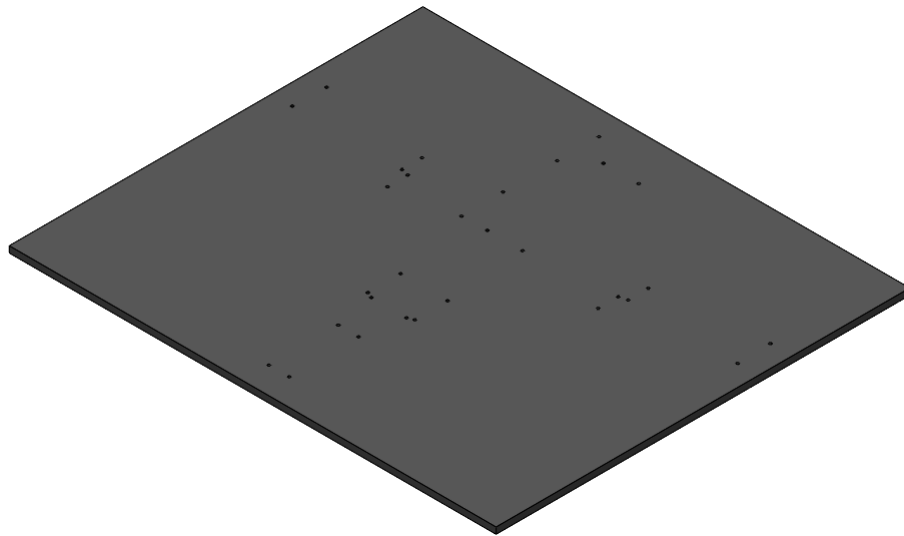


Figura 3.16: Base para ensamblar todas las piezas.

Se diseñó la banda transportadora con la que estaremos trabajando:

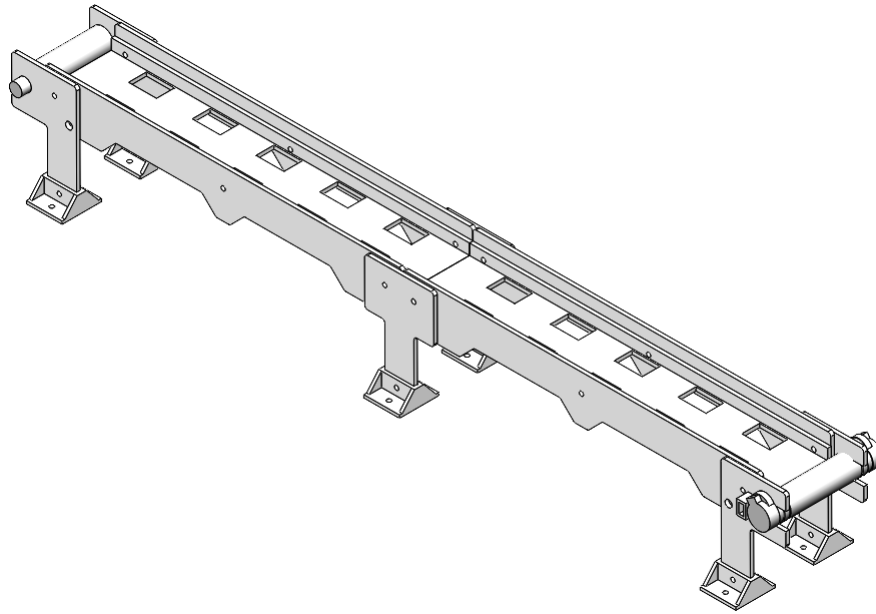


Figura 3.17: Banda transportadora.

Por último, se diseñó una base donde colocaremos los sensores de proximidad:

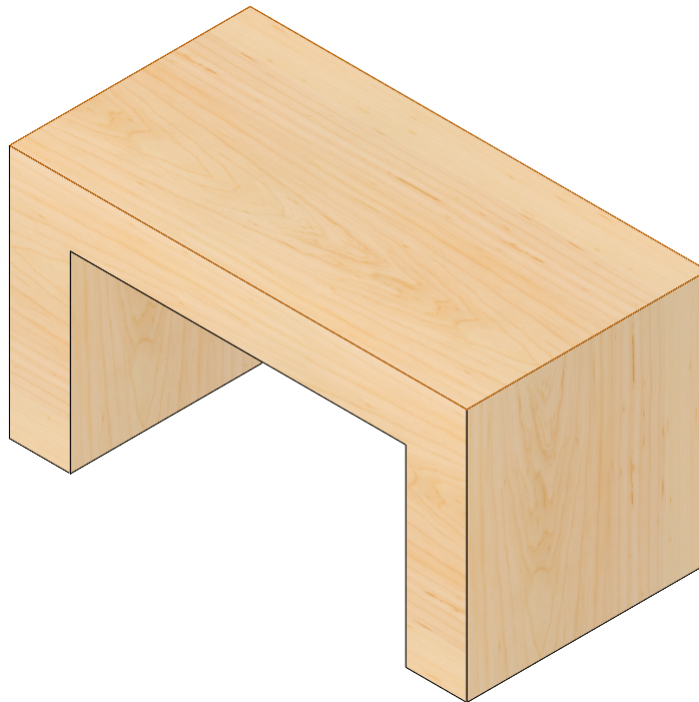


Figura 3.18: Base para sensores de proximidad

Capítulo 4

Resultados

En la siguiente figura se mostrará el ensamble de todas nuestras piezas en 3D:

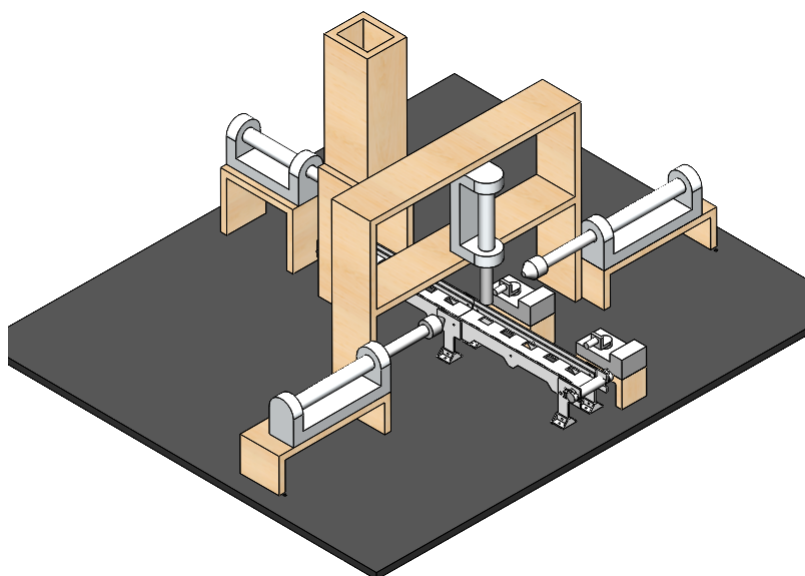


Figura 4.1: Ensamble completo de todas las piezas.

Capítulo 5

Conclusión

El sistema cumple con la tarea que fue definida, pero podríamos aumentar la precisión usando elementos que cuenten con mas rígidas y estabilidad. Es por ello que en un trabajo a futuro, podríamos cambiar los componentes o modificar el tamaño del sistema para mejorar la precisión del sistema.

Capítulo 6

Referencias.

[1] L. V. Santiago, Prefactibilidad proyecto de construcción de una planta de estampado de piezas metálicas en Renault - Sofasa. Universidad EAFIT, 2014.

[2] S. B. Adan, Mejora del proceso de estampado para incrementar la productividad en una empresa textil de San Juan de Lurigancho, 2018.

[3] J. Medina, J. Luna, C. Solé, J. Mira, L. Lizarbe, (2022, ene. 13). "Línea de producción: qué es y cómo automatizarla". [Internet]. Disponible en <https://blog.toyota-forklifts.es/linea-produccion-que-es-como-automatizar>.

[4] J., Ruiz, GESTION Y ARRANQUE DE LINEA DE PRODUCCION "MISED MODEL MANUFACTURING- 3P". (Tesis), Manufactura, CIATEO, Aguascalientes, 2015.

[5] M. Salinero Gervaso, (2013, oct. 29). "Diseño de una banda transportadora mediante guide de Matlab". [Internet]. disponible en <http://hdl.handle.net/10016/18109>.

[6] Bhu, (2005, oct. 26). Cilindro de simple efecto". [Internet]. Disponible en <https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00272312001135156810.pdf>.

[7] Bhu, (2005, oct. 26). Cilindro de doble efecto". [Internet]. Disponible en <https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00631997001135156831.pdf>.

[8] "Circuito neumáticos", Fluidodinámica, España [9] "Iniciación a los automatismos neumáticos y electroneumáticos", class notes for 4 de E.S.O., Centro I.E.S. Francisco Tomas y Valiente, Fuenmayor Rioja.

[10] "Controladores industriales inteligentes", Asignatura ISE6, departamento de Ingeniería eléctrica, electrónica y de control, UNED.