

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

**“Diseño y aplicación del PLC en una máquina taladradora de piezas dentro
de una carpintería”**

INTEGRANTES

- **Amado Limo, Jorge Luis**
- **Arpita Aguilera, José Manuel**
- **Córdova Huamani, Junior Nelson**
- **Guerra Cervantes, Karla del Cielo**
- **Giribaldi Velasquez, Gonzalo Fernando**
- **Iribari Ambia, Ingrid Sara**
- **Morales Benavides, Sandra Estephany**
- **Peralta Pacheco, Christian Wilde**
- **Ticona Peralta, Lesly Katicsa**
- **Tupayachi Coral, Diego Aarón**

Docente: Dr. José Antonio Velásquez Costa

Lima – Perú

2022 - I

RESUMEN

En este trabajo se plantea como objetivo mejorar la automatización de una maquina taladradora, que perforará a una pieza en 4 puntos de igual distancia. Para hacer esta propuesta se hizo con anterioridad un estudio sobre el proceso actual del proceso, que se realiza en su totalidad de manera manual. Para realizar el proceso actual el trabajador en primer lugar debe marcar la ubicación correcta al punto al cual se desea perforar, luego ubicar en la mesa del taladro una broca, la cual debe ser alineada usando la vista para luego hacer el proceso de perforación. Como se puede identificar este proceso es simple y repetitivo, pero a la vez se requiere de mucha precisión. Se plantea la propuesta de diseñar una máquina que realice este proceso de manera automática.

Palabras claves: Perforación, automatización, máquina taladradora.

ABSTRACT

In this work, the objective is to improve the automation of a drilling machine, which will drill a piece in 4 points of equal distance. To make this proposal, a study was previously made on the current process the process, which is carried out entirely manually. To carry out the current process, the worker must first mark the correct location at the point to which it is desired to drill, then place a drill bit on the drill table, which must be aligned using the view to then carry out the drilling process. As can be identified, this process is simple and repetitive, but at the same time, it requires a lot of precision. The proposal to design a machine that performs this process automatically is proposed.

Keywords: Drilling, automation, drilling machine.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	8
1.1 Fundamento Teórico.....	8
1.1.1 Neumática e Hidráulica	8
1.1.2 Válvulas	8
1.1.3 Válvulas Distribuidoras o de Vías	8
1.1.4 Electroválvula Biestable	8
1.1.5 Electroválvula Monoestable	8
1.1.6 PLC	9
1.2 Objetivos.....	10
1.2.1 Objetivo Principal.....	10
1.2.2 Objetivos Específicos	10
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO ACTUAL	11
2.1 Descripción del Proceso Actual	11
2.2 Diagrama de Flujo del Proceso Actual de una Taladradora	11
2.3 Diagrama de Operaciones Actual de una Taladradora	12
2.4 Diagrama de Análisis del Proceso Actual de una Taladradora.....	13
2.5 Gantt del Plan de Automatización	14
2.6 Descripción y Detalle de los Indicadores de Producción Antes de la Automatización	16
2.6.1 Producción	16
2.6.2 Eficiencia física.....	16
2.6.3 Capacidad diseñada.....	16
2.6.4 Capacidad ociosa	16
2.6.5 Capacidad efectiva.....	16
CAPÍTULO 3: DISEÑO ACTUAL DEL PROCESO	16
3.1 Planos CAD en 3D de la Situación Actual	17
CAPÍTULO 4: DISEÑO DE PROPUESTA PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO	18
4.1 Descripción detallada del proceso propuesto.....	18
4.2 Planos CAD en 3D de la situación propuesta elegida.....	21

4.3 Diagrama de Flujo del Proceso Propuesto	21
4.4 Diagrama de Operaciones del Proceso Propuesto	22
4.5 Diagrama de Análisis del Proceso del Proceso Propuesto	23
4.6 Descripción detallada de los materiales a emplear	24
4.7 Diseño del Circuito Electroneumático del Proceso	26
4.8 Programación en Lenguaje Ladder del Proceso.....	27
4.9 Descripción y detalle de los indicadores de producción después de la automatización	29
4.9.1 Producción	29
4.9.2 Eficiencia física.....	29
4.9.3 Capacidad diseñada.....	29
4.9.4 Capacidad excesiva.....	29
4.9.5 Capacidad efectiva.....	29
4.10 Aspectos de seguridad industrial después de la implementación de la propuesta	29
CAPÍTULO 5: COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN.....	31
5.1 Flujo de caja.....	32
5.2 Viabilidad económica	35
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
ANEXOS	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo del proceso actual de una taladradora	11
Figura 2: Diagrama de operaciones actual de una taladradora	12
Figura 3: Diagrama de análisis del proceso actual de una taladradora	13
Figura 4: Diagrama de Gantt del plan de automatización del proyecto.....	15
Figura 5: Plano 3D de la situación actual	17
Figura 6: Plano 3D de la situación actual	17
Figura 7: Estructura base punto 1	18
Figura 8: Estructura base punto 2	19
Figura 9: Estructura base punto 3	20
Figura 10: Estructura base punto 4	20
Figura 11: Diagrama de flujo del proceso propuesto de una taladradora	21
Figura 12: Diagrama de operaciones del proceso mejorado de una taladradora	22
Figura 13: Diagrama de análisis del proceso propuesto de una taladradora.....	23
Figura 14: Circuito Electroneumático del Proceso	26
Figura 15: Programación del Proceso en lenguaje Ladder	28
Figura 16: Diagrama de flujo.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cronograma de automatización del proyecto	14
Tabla 2: Resumen de DOP propuesto.....	23
Tabla 3: Materiales utilizados en el prototipo del proyecto.....	24
Tabla 4: Costos de inversión en materiales.....	32
Tabla 5: Método de línea recta.....	33
Tabla 6: Flujo de caja económica	34
Tabla 7: Análisis de viabilidad económica	35

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1 Fundamento Teórico

1.1.1 Neumática e Hidráulica

La neumática se puede definir como una ciencia que con la ayuda de la implementación de gases y el aire causará una presión que hará mover y ejecutar una máquina. Por otro lado, la hidráulica utiliza líquidos y gases para el mismo objetivo, la diferencia principal es que el primero es para transferir energía, mientras el segundo es para transferir potencia. Generalmente, como se mencionó, se emplea aire comprimido, pero también hay otras opciones como nitrógeno, helio, argón, entre otros. (Areatecnologia, s.f.)

1.1.2 Válvulas

Según Pneumax (2018) define que “en neumática la válvula es el dispositivo que intercepta y distribuye el aire comprimido o regula su caudal.”

1.1.3 Válvulas Distribuidoras o de Vías

Las válvulas de vías o también llamadas válvulas distribuidoras forman parte del camino que sigue la corriente de aire. Además, sirven para efectuar el sentido del paso y el paro. Las válvulas distribuidoras tienen varios agujeros y estas ayudan a seguir la dirección que persiguiera el aire comprimido. Estos agujeros son de dos hasta seis, dependiendo para la función que se desee usar. (Automatización Industrial, 2010)

1.1.4 Electroválvula Biestable

Según Pneumax (2018) afirma que “para el funcionamiento necesitan de dos señales externas. Son válvulas con operadores del tipo estable, como el neumático o el pulsador de 2 posiciones, que, al faltar la segunda señal externa, permanecen en la posición en la que se encuentran.”

1.1.5 Electroválvula Monoestable

Según Pneumax (2018) “para su funcionamiento necesitan de una sola señal externa. Son válvulas con el operador de reposicionamiento de tipo inestable que no necesita señal externa, sino que se reposiciona por sí misma al faltar la señal del operador opuesto.”

1.1.6 PLC

Murillo (2013) define que “el Controlador Lógico Programable es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos.”

Campos de aplicación

Hoy en día se conoce que los campos de aplicación del PLC son muy variados, desde una casa hasta una aplicación industrial, puede controlar sencillos procesos de producción hasta los más complicados; por ejemplo:

- Máquinas industriales de muebles de madera
- Maquinaria en la industria de plástico
- Procesos con visualización de variables del entorno.
- Procesos con espacios físicos reducidos
- Instalaciones de procesos térmicos
- Sistema de iluminación de una casa, etc.

Las aplicaciones del PLC son variadas, se debe tener en cuenta que son los dispositivos electrónicos más usados en el control de procesos secuenciales y que al mismo tiempo, facilitan el desarrollo de trabajos pesados o repetitivos donde podría ponerse en riesgo la integridad del ser humano. (González, 2015).

Control programable

Según Vásquez (2010) para lograr la automatización de procesos industriales es necesario implementar el PLC. El control programado reemplaza el uso de relés electromecánicos para definir el proceso de automatización, ahorrando así costos de materiales. Por lo tanto, todo cambio requerido en la lógica de programación se reduce en realizar cambios en el código sin crear cambios físicos. La programación de los PLC se realiza empíricamente, por lo que pueden existir similares de programadores, pero

con diferentes estructuras. Como resultado, futuras modificaciones en el código serán difíciles de hacer y será necesario volverlo a realizar.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Principal

Implementar la mejora de automatización de una máquina taladradora.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Simplificar el proceso de taladrado con el fin de automatizar procesos simples.
- Estandarizar las piezas taladradas, reduciendo las piezas fallidas y acelerando la actividad.

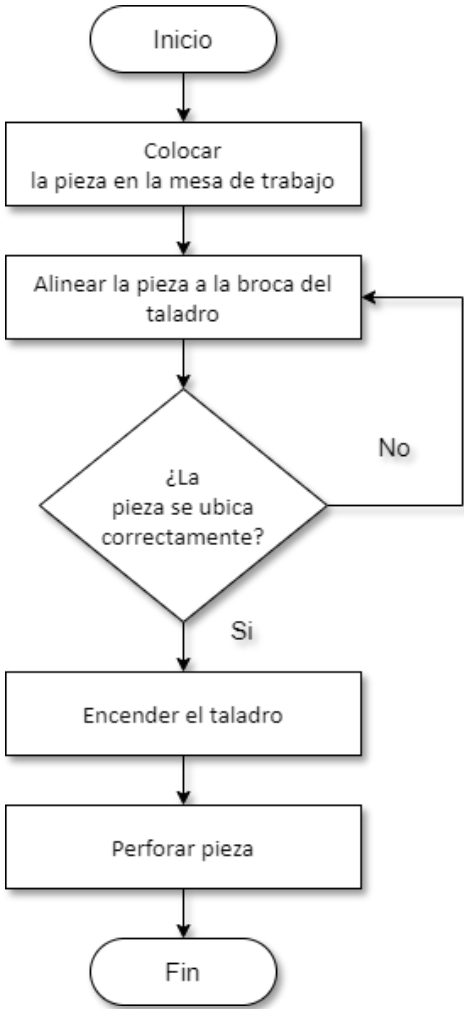
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO ACTUAL

2.1 Descripción del Proceso Actual

Todo el proceso se realiza de manera manual, consiste primeramente en colocar la pieza en la mesa del taladro para hacer el proceso de perforación, el trabajador debe marcar con anterioridad para evitar errores. Luego de eso se enciende la máquina taladradora de mesa para realizar el proceso. Este proceso se realiza varias veces ya que este es un proceso repetitivo.

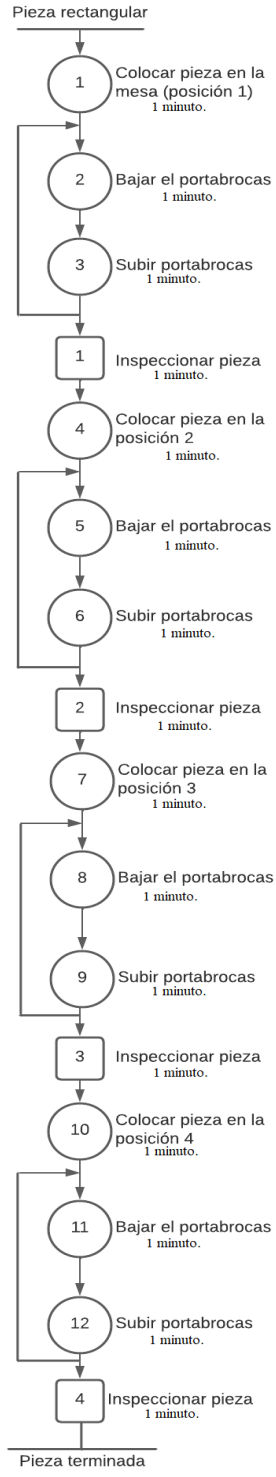
2.2 Diagrama de Flujo del Proceso Actual de una Taladradora

Figura 1:
Diagrama de flujo del proceso actual de una taladradora
Fuente: Elaboración propia



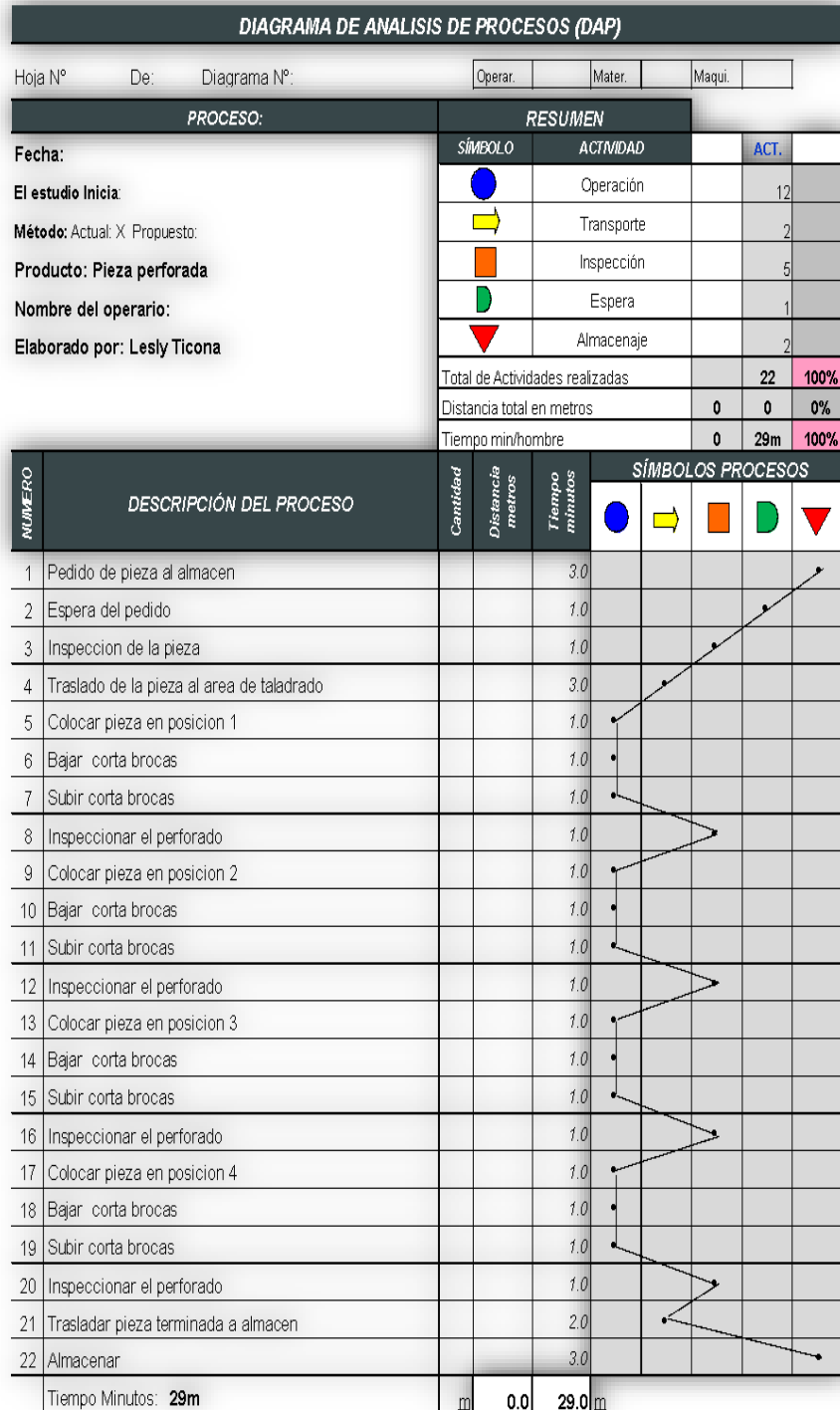
2.3 Diagrama de Operaciones Actual de una Taladradora

Figura 2:
Diagrama de operaciones actual de una taladradora
Fuente: Elaboración propia



2.4 Diagrama de Análisis del Proceso Actual de una Taladradora

Figura 3:
Diagrama de análisis del proceso actual de una taladradora
Fuente: Elaboración propia



2.5 Gantt del Plan de Automatización

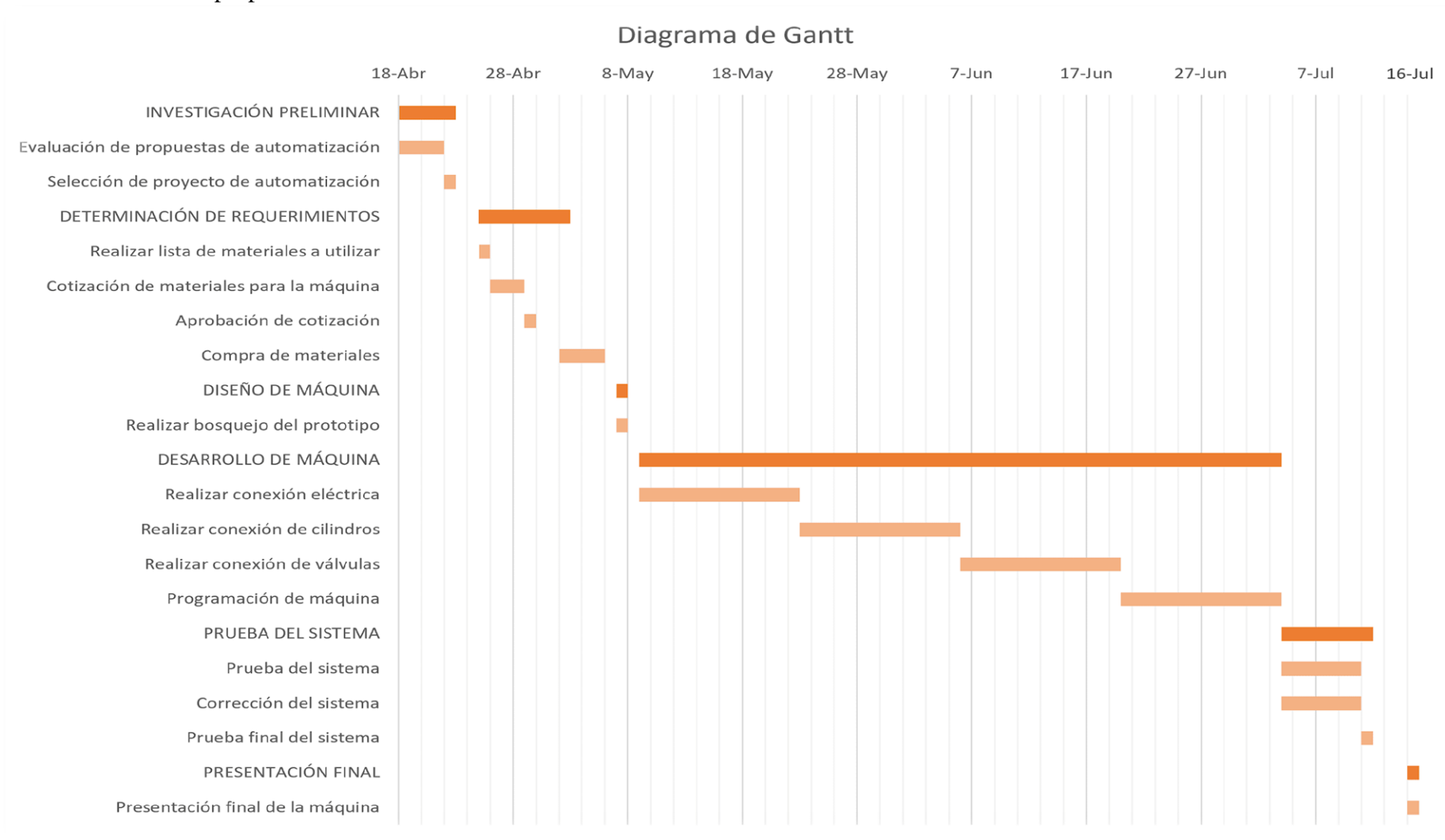
Tabla 1:

Cronograma de automatización del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Nombre actividad	Fecha inicio	Duración en días	Fecha fin
INVESTIGACIÓN PRELIMINAR	18-Abr	5	23-Abr
Evaluación de propuestas de automatización	18-Abr	4	22-Abr
Selección de proyecto de automatización	22-Abr	1	23-Abr
DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS	25-Abr	8	6-May
Realizar lista de materiales a utilizar	25-Abr	1	26-Abr
Cotización de materiales para la máquina	26-Abr	3	29-Abr
Aprobación de cotización	29-Abr	1	30-Abr
Compra de materiales	2-May	4	6-May
DISEÑO DE MÁQUINA	7-May	1	8-May
Realizar bosquejo del prototipo	7-May	1	8-May
DESARROLLO DE MÁQUINA	9-May	56	21-May
Realizar conexión eléctrica	9-May	14	23-May
Realizar conexión de cilindros	23-May	14	6-Jun
Realizar conexión de válvulas	6-Jun	14	20-Jun
Programación de máquina	20-Jun	14	4-Jul
PRUEBA DEL SISTEMA	4-Jul	8	15-Jul
Prueba del sistema	4-Jul	7	11-Jul
Corrección del sistema	4-Jul	7	11-Jul
Prueba final del sistema	11-Jul	1	15-Jul
PRESENTACIÓN FINAL	15-Jul	1	16-Jul
Presentación final de la máquina	15-Jul	1	16-Jul

Figura 4:
 Diagrama de Gantt del plan de automatización del proyecto
 Fuente: Elaboración propia.



2.6 Descripción y Detalle de los Indicadores de Producción Antes de la Automatización

2.6.1 Producción

En una carpintera común y corriente se utiliza el taladro de mesa convencional que hace labores de perforaciones diarias, el turno de labor corresponde a 8 horas por 5 días a la semana. Su nivel de producción es de 180 perforaciones por día.

2.6.2 Eficiencia física

$$\text{Producción} = \frac{360 \text{ min / día}}{2 \text{ min / día}}$$

Este indicador es determinado por los tiempos con que se llevan a cabo las operaciones, en pocas palabras es el tiempo que demoraría un operario en realizar las perforaciones.

2.6.3 Capacidad diseñada

Según Método Delphi (s.f.) “La capacidad diseñada de la máquina es la capacidad máxima teórica que se puede obtener bajo condiciones ideales”

En referencia a la capacidad diseñada propuesta para el proyecto, consideramos que la capacidad adecuada para este taladro es de 100 piezas/hora.

2.6.4 Capacidad ociosa

Lo que define este indicador de capacidad ociosa es igual a la diferencia de capacidad efectiva menos la capacidad diseñada, la cual es de 50 piezas/hora.

2.6.5 Capacidad efectiva

Lo que define este indicador es conocido como el mayor número de producción que se obtiene disponiendo el mínimo número de recursos, en la cual nos da de 20 piezas/hora.

CAPÍTULO 3: DISEÑO ACTUAL DEL PROCESO

Como se mencionó en capítulos anteriores el proceso se hacía de manera manual con un taladro de mesa convencional.

3.1 Planos CAD en 3D de la Situación Actual

Figura 5:
Plano 3D de la situación actual
Fuente: Elaboración propia.

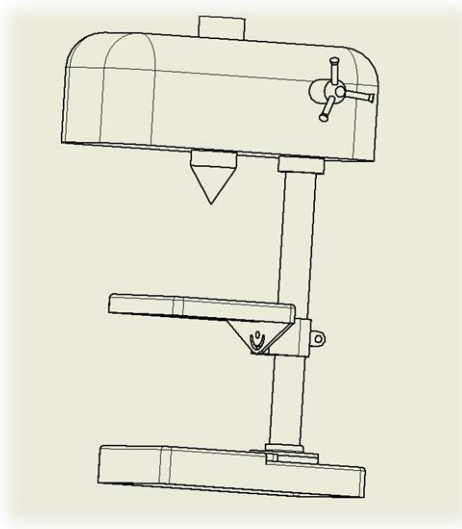
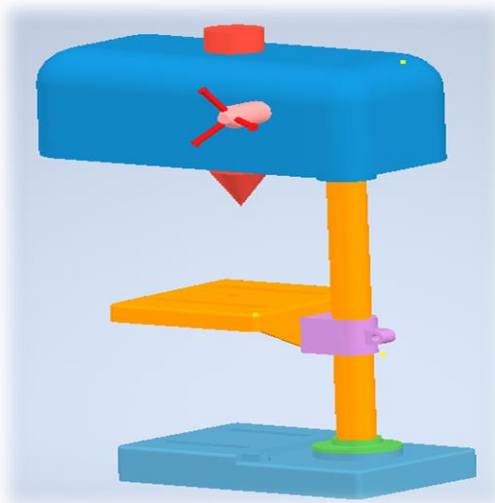


Figura 6:
Plano 3D de la situación actual
Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO 4: DISEÑO DE PROPUESTA PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO

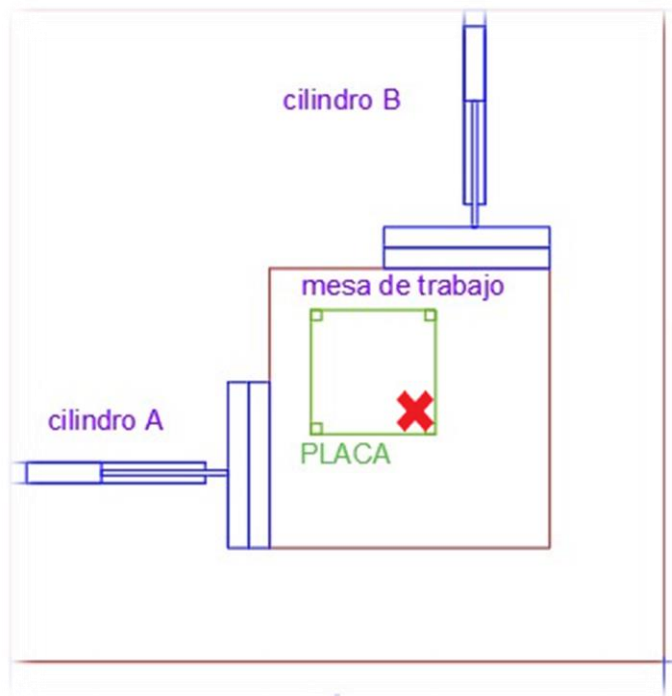
4.1 Descripción detallada del proceso propuesto

El proceso inicia con el posicionamiento de la pieza a taladrar (madera) en la superficie de trabajo de la máquina perforadora.

Una vez verificada la pieza de madera a taladrar que esté correctamente posicionada, se enciende la máquina perforadora iniciando con su operación.

Una vez encendida la máquina perforadora en su posición de inicio con ambos cilindros (A y B) comprimidos, la taladradora empieza a perforar en el punto 1 de la pieza de madera a taladrar. (Ver Figura 7)

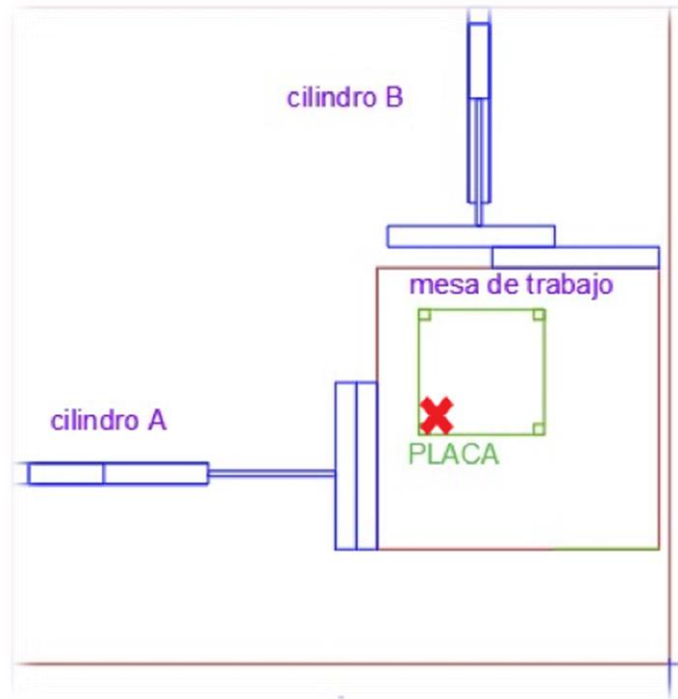
Figura 7:
Estructura base punto 1



Nota: La imagen representa la proyección de la máquina taladradora para la perforación del primer punto a taladrar elaborado en AutoCAD. Elaboración propia.

Paso siguiente el Cilindro A se expande, y una vez expandido completamente el Cilindro A (Cilindro A expandido y Cilindro B comprimido), la taladradora empieza a perforar el punto 2 de la pieza de madera a taladrar. (Ver Figura 8)

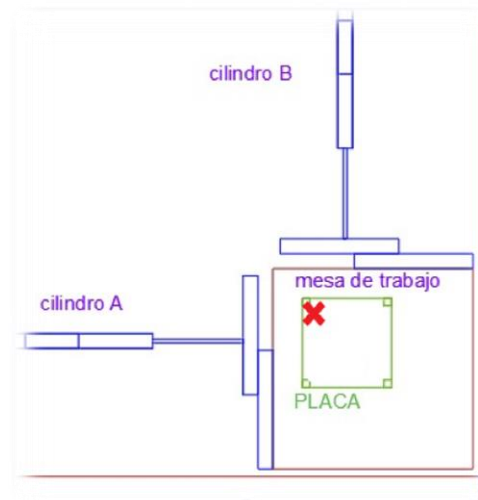
Figura 8:
Estructura base punto 2



Nota: La imagen representa la proyección de la máquina taladradora para la perforación del segundo punto a taladrar elaborado en AutoCAD. Elaboración propia.

Una vez perforado el punto 2 de la pieza, el cilindro B se expande; una vez expandida completamente el Cilindro B (Cilindro A y Cilindro B expandidos), la perforadora comienza a actuar en el punto 3 de la pieza de madera a taladrar. (Ver Figura 9)

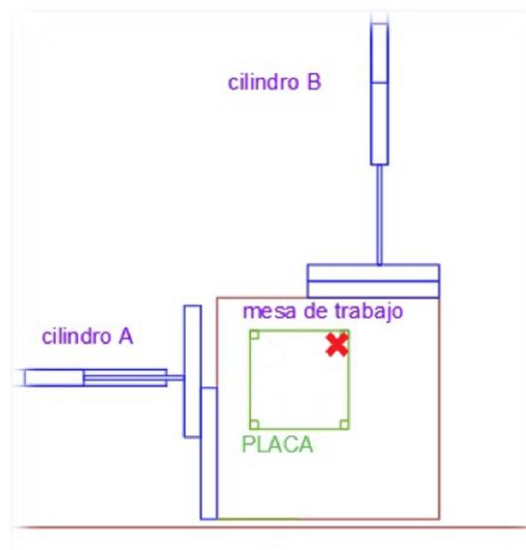
Figura 9:
Estructura base punto 3



Nota: La imagen representa la proyección de la máquina taladradora para la perforación del tercer punto a taladrar elaborado en AutoCAD. Elaboración propia.

Una vez perforado completamente el punto 3 de la pieza, el cilindro A se comprime (Cilindro A comprimido y Cilindro B expandido), y se comienza a perforar el punto 4 de la pieza de madera a taladrar. (Ver Figura 10)

Figura 10:
Estructura base punto 4



Nota: La imagen representa la proyección de la máquina taladradora para la perforación del cuarto punto a taladrar elaborado en AutoCAD. Elaboración propia.

Perforados los 4 puntos, el cilindro B se comprime (Cilindro A y Cilindro B comprimidos) volviendo a su punto de inicio obteniéndose como resultado la pieza deseada.

4.2 Planos CAD en 3D de la situación propuesta elegida

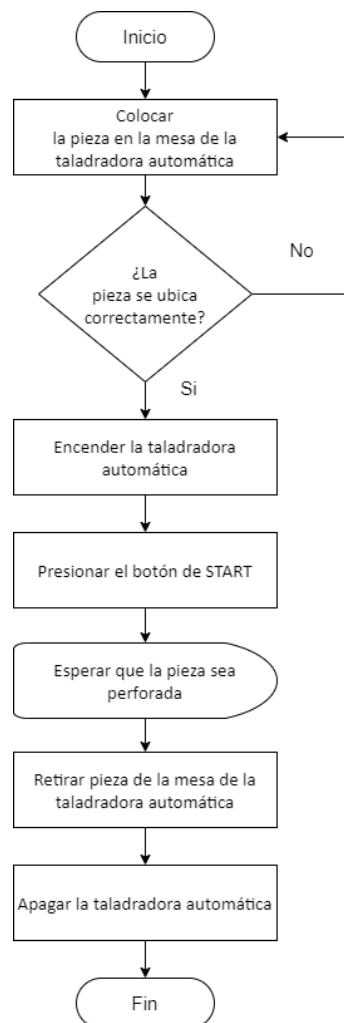
Ver Anexos 1, 2, 3 y 4.

4.3 Diagrama de Flujo del Proceso Propuesto

Figura 11:

Diagrama de flujo del proceso propuesto de una taladradora

Fuente: Elaboración propia.

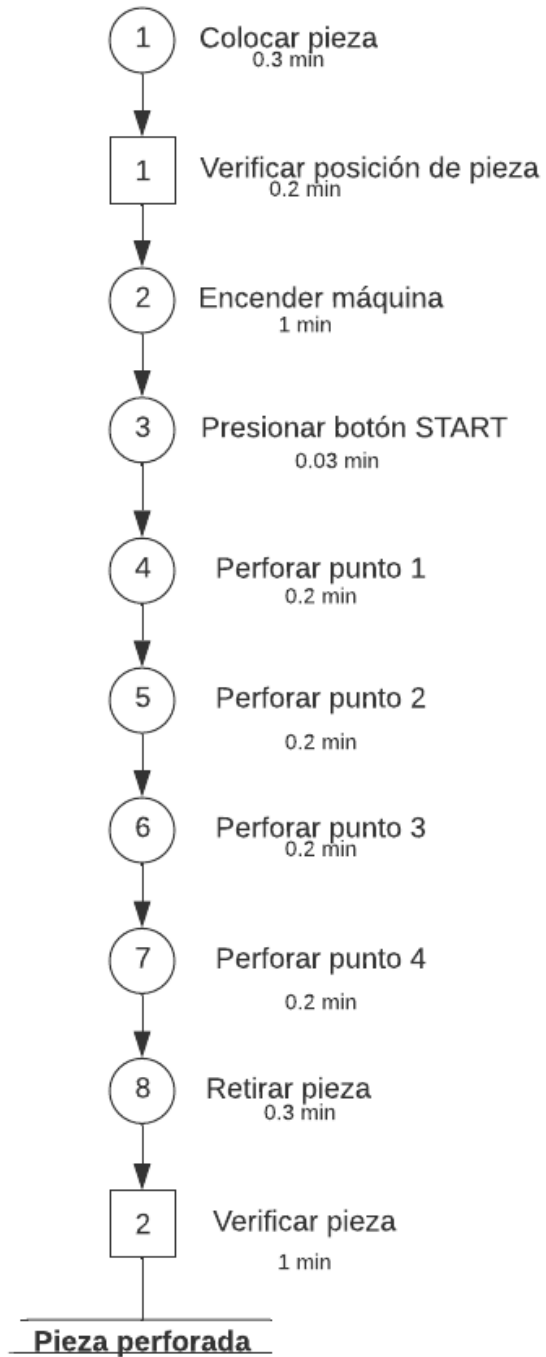


4.4 Diagrama de Operaciones del Proceso Propuesto

Figura 12:

Diagrama de operaciones del proceso mejorado de una taladradora

Fuente: Elaboración propia.



Leyenda:

Tabla 2:
Resumen de DOP propuesto






Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	8	2.43
Inspección	2	1.20
TOTAL	10	3.63

4.5 Diagrama de Análisis del Proceso del Proceso Propuesto

Figura 13:

Diagrama de análisis del proceso propuesto de una taladradora



Nota: Elaboración propia.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS (DAP)										
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____			Operar: _____ Mater. _____ Maqui. _____							
PROCESO:		RESUMEN								
Fecha:		SÍM BOLO	ACTIVIDAD	ACT.						
El estudio inicia:			Operación		3					
Método: Actual: _____ Propuesto: x_			Transporte		2					
Producto: Pieza perforada por maquina taladradora autom.			Inspección		3					
Nombre del operario:			Espera		2					
Elaborado por:			Almacenaje		2					
Tamaño del Lote:		Total de Actividades realizadas		12	100%					
		Distancia total en metros		0	0	0%				
		Tiempo min/hombre		0	11	100%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo minutos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Pedido de pieza al almacen			3.0						●
2	Espera del pedido			2.0						●
3	Traslado de la pieza al area de taladrado			1.0					●	
4	Colocar pieza en maquina			0.3		●				
5	Verificar posicion de pieza			0.2			●			
6	Encender maquina			1.0	●					
7	Presionar boton START			0.03	●					
8	Espera de perforado de pieza			0.8					●	
9	Retirar pieza de maquina			0.3	●					
10	Verificar pieza			0.2			●			
11	Trasladar pieza terminada a almacen			1.0		●				
12	Almacenar			1.0						●
Tiempo Minutos: 10.9		m	0.0	10.9	m					

4.6 Descripción detallada de los materiales a emplear

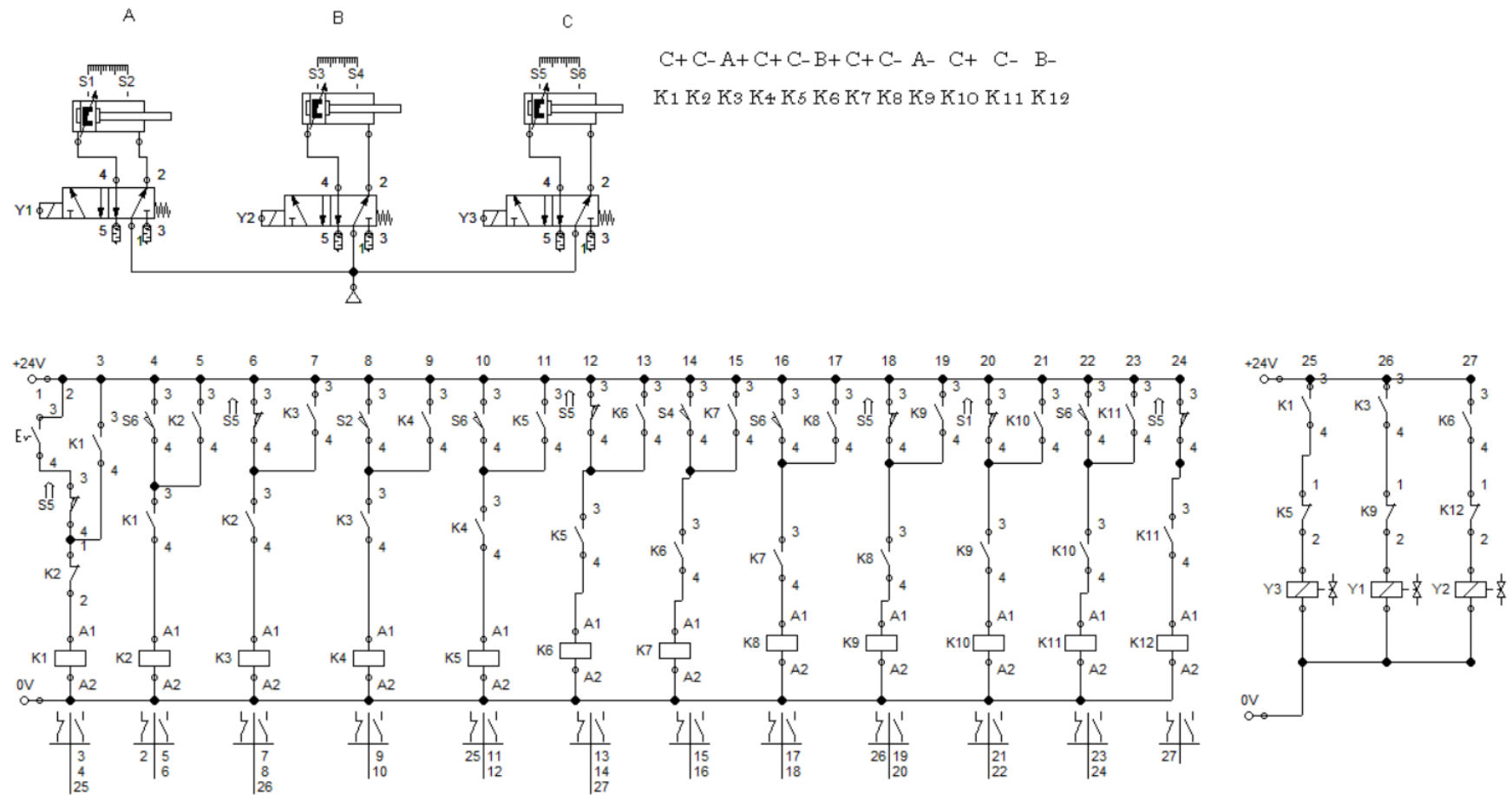
Tabla 3:
Materiales utilizados en el prototipo del proyecto
Fuente: Elaboración propia

		
Fuente de Alimentación	Cilindros neumáticos (16 x 100)	Electroválvula
		
PLC	Cilindros Neumáticos (16x100 y 20x50)	Manguera neumática
		
Regulador de Caudal	Conectores	Llave térmica

	
<p>Pulsador</p>	<p>Melamina</p>

4.7 Diseño del Circuito Electroneumático del Proceso

Figura 14:
Circuito Electroneumático del Proceso
Nfuente: Elaboración propia



4.8 Programación en Lenguaje Ladder del Proceso

En esta parte se explicarán los pasos de la programación de proceso en lenguaje Ladder.

Comandos utilizados:

- Contacto normalmente abierto
- Bobina
- Relé de barrido disparado por flancos

Descripción del Proceso:

El ciclo del proceso dura 48 segundos en total, dará inicio presionando el interruptor (I1). A los 5 segundos de haber presionado el interruptor, el PLC manda una señal a la electroválvula C, esto hará que el cilindro C se mantenga expandido durante 2 segundos.

A los 12 segundos de haber presionado el interruptor, se manda una señal a la electroválvula A, para que el cilindro A se empiece a expandir, el cilindro se mantendrá expandido durante 24 segundos.

En el segundo 17 de haber presionado el interruptor, se mandará una señal a la electroválvula C que expandirá el cilindro C manteniéndose así durante 2 segundos.

A los 24 de haber presionado el interruptor, el PLC mandará una señal a la electroválvula B, haciendo que se expanda el cilindro B, el cilindro se mantendrá expandido durante 24 segundos.

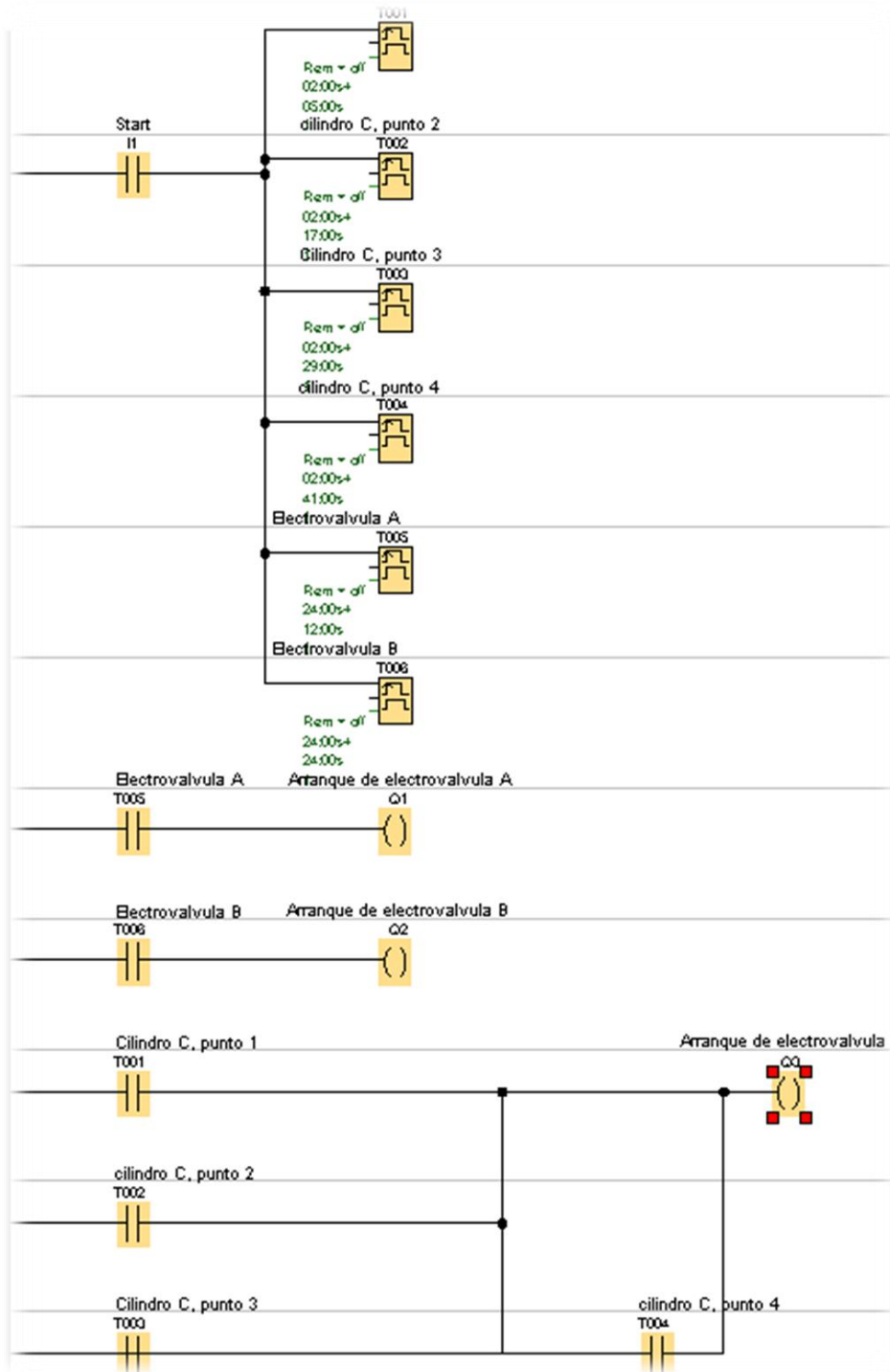
En el segundo 29 de haber presionado el interruptor, se mandará una señal a la electroválvula C que expandirá el cilindro C manteniéndose así durante 2 segundos.

En el segundo 36 de haber presionado el interruptor, el PLC dejará de mandar señal a la electroválvula A, provocando que el cilindro A se contraiga.

A los 41 segundos de haber presionado el interruptor, el PLC manda una señal a la electroválvula C, esto hará que el cilindro C se mantenga expandido durante 2 segundos.

En el segundo 48 de haber presionado el interruptor, el PLC dejará de mandar señal a la electroválvula B, provocando que el cilindro B se contraiga. Culminando con el fin del proceso de la taladradora automática.

Figura 15:
 Programación del Proceso en lenguaje Ladder
 Fuente: Elaboración propia



4.9 Descripción y detalle de los indicadores de producción después de la automatización

4.9.1 Producción

Después de la automatización del proceso podemos observar que hace perforaciones más precisas, pero a una velocidad mucho mayor, permitiendo elevar nuestra producción y dando un producto final de mayor calidad y acabado.

4.9.2 Eficiencia física

Este indicador nos determina el tiempo que demoraría un operario en realizar las perforaciones de manera manual. Sin embargo, con la automatización del proceso solo basta con la supervisión del operario y la calibración de la máquina. Disminuyendo el esfuerzo y el tiempo de ejecución.

4.9.3 Capacidad diseñada

En referencia a la capacidad diseñada propuesta para el proyecto, se tomó la capacidad máxima teórica en condiciones previas. Sin embargo, con la automatización del proceso la capacidad máxima aumentó, lo que nos llevó a destinar un espacio mayor para el almacén de las piezas. La capacidad máxima actual es de 120 piezas diarias.

4.9.4 Capacidad excesiva

La capacidad excesiva es la diferencia entre la capacidad diseñada y la capacidad efectiva. Con la automatización del proceso se mejoró la eficiencia y capacidad efectiva, lo cual nos llevó a producir muy cercano a la capacidad máxima. La capacidad efectiva es de 100 piezas diarias y la capacidad excesiva sería 20 piezas diarias.

4.9.5 Capacidad efectiva

Con la automatización del proceso se mejoró el indicador de capacidad efectiva, ya que era muy común poder observar parásitos en el proceso de manera manual por el factor humano y con estas mejoras solo se ejecuta de acuerdo a lo que esté programado.

4.10 Aspectos de seguridad industrial después de la implementación de la propuesta

El taladro automático que se ha diseñado está pensado para implementarlo en una maderera, por lo tanto, se debe definir cuáles son las medidas de seguridad industrial que se deben cumplir antes de usarlo:

- El taladro está compuesto por una fuente de alimentación, la cual puede ocasionar descargas eléctricas si no se sabe cómo manipularla.
- Es importante que los cables de alimentación estén aislados ya que si están pelados pueden generar riesgos de electrocución o incendios.

Antes de utilizar o estar cerca del área de taladrado es importante ponerse los elementos de protección personal:

Ropa adecuada de trabajo: Al usar el taladro es mejor usar ropa ajustada, que no tenga hilos colgantes o tiras que puedan enredarse al estar cerca para realizar una prueba o verificar alguno de los movimientos en función.

Protección auditiva: En caso el operador esté cerca al área de taladrado debe usar auriculares de protección, esto evitará que el ruido estruendoso cause problemas de audición como por ejemplo pérdida auditiva.

Calzado de seguridad: Ante una caída de una herramienta o pieza puntiaguda como las brocas o el mismo taladro es importante usar botas con punta de acero, para evitar lesiones en los pies.

Protección respiratoria: Los materiales que son taladrados por lo general suelen soltar residuos en este caso al tratarse de una maderera, la madera suelta virutas pequeñas que pueden ingresar por las fosas nasales llegando a causar alergias bronquiales por ello se recomienda usar mascarillas.

Gafas de seguridad: Los lentes al igual que la mascarilla sirven de escudo para proteger los ojos de los restos de la madera (viruta, polvo), ya que al ser pequeños o imperceptibles pueden ingresar con mayor facilidad causando daño ocular.

Guantes: Al momento de maniobrar manualmente el taladro automático, ya sea para limpiar alguna pieza, es necesario usar guantes de vaqueta, ya que este material es grueso, lo que evita cortes o traspaso de alguna astilla que haya podido quedar en el entorno de trabajo. (Asura, s.f.)

Medidas preventivas:

- Retirar accesorios como joyas antes de estar cerca del taladro automático.
- Colocarse correctamente los elementos de protección personal.
- Verificar que todos los cables estén aislados, sin ninguna peladura.
- En caso de limpieza o reparación del taladro este debe ser solo manipulado por personal autorizado y capacitado.

- Toda herramienta como brocas deben verificarse antes de usarlas, en caso de encontrarse desgastados o rotos es mejor desechar y cambiar por uno nuevo.
- Verificar la estabilidad de donde se encuentra el taladro.
- Realizar mantenimientos preventivos periódicamente.

CAPÍTULO 5: COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN

5.1 Flujo de caja

Para la elaboración del flujo de caja debemos considerar:

- **Inversión del proyecto:** En la tabla 4 se observan los costos de fabricación para el proyecto.

Tabla 4:

Costos de inversión en materiales

Fuente: elaboración propia

COSTOS DE INVERSIÓN EN MATERIALES			
MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Alimentadores 24V	1	S/ 120.00	S/ 120.00
PLC	1	S/ 600.00	S/ 600.00
Cilindro 16 x 100	2	S/ 70.00	S/ 140.00
Cilindro 20 x 50	1	S/ 75.00	S/ 75.00
Electroválvulas	3	S/ 60.00	S/ 180.00
Manguera #8 mm (x metros)	9	S/ 3.50	S/ 31.50
Conectores	15	S/ 4.00	S/ 60.00
Conectores T	5	S/ 5.00	S/ 25.00
Regulador de caudal	6	S/ 15.00	S/ 90.00
Adaptadores	4	S/ 5.00	S/ 20.00
Melamine 63x63	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Pegamento soldímix	1	S/ 10.00	S/ 10.00
Uniones L pequeña	1	S/ 8.00	S/ 8.00
Uniones L grande	1	S/ 6.00	S/ 6.00
Madera (x m2)	13	S/ 1.00	S/ 13.00
Abrazadera	12	S/ 1.00	S/ 12.00

Plancha MDF	1	S/ 45.00	S/ 45.00
Otros materiales	1	S/ 12.00	S/ 12.00
TOTAL			S/ 1497.50

- **Depreciación:** El equipo se depreciará por el método LR, en donde su vida útil es de 8 años, el proyecto. durara 6 años en donde el VR del equipo es de 200 soles.

Tabla 5:

Método de línea recta

Fuente: Elaboración propia

- **Valor de Recupero**

Para calcular el valor de recupero en el año 6 se tomará el RAF a los 6 años= 200 soles.

Descripción	0	1	2	3	4	5	6	7	8
VL	1,497.50	1,335.31	1,173.13	1,010.94	848.75	686.56	524.38	362.19	200.00
		162.19	162.19	162.19	162.19	162.19	162.19	162.19	162.19

- **Flujo de caja económica**

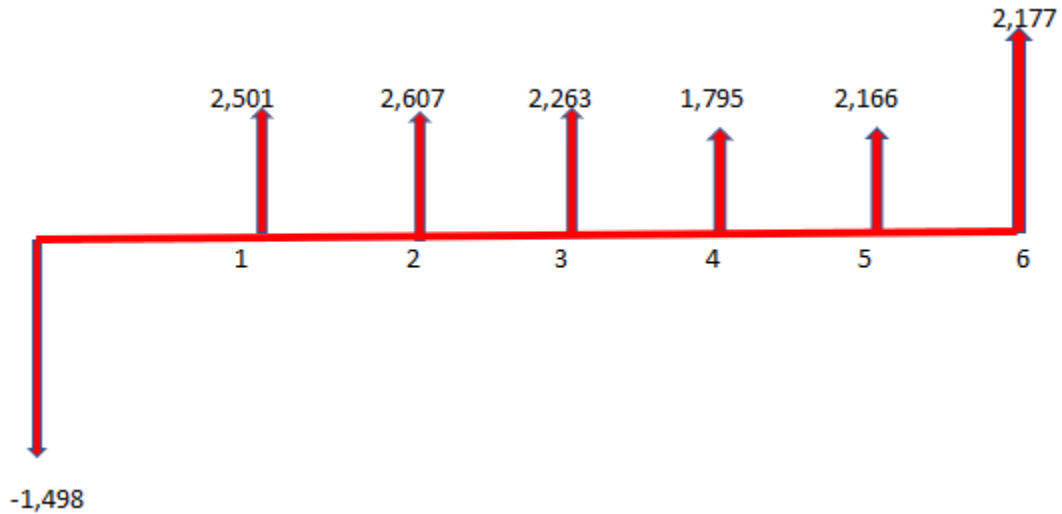
Tabla 6:

Flujo de caja económica

Fuente: Elaboración propia

	0	1	2	3	4	5	6
INGRESOS		5,000	5,222	4,800	4,200	4,800	4,600
INVERSIÓN	-1,497.5						
COSTOS		-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000
PRODUCCIÓN							
Depreciación		-1,335	-1,173	-1,011	-849	-687	-524
UTILIDAD BRUTA		1,665	2,049	1,789	1,351	2,113	2,076
Impuesto a la renta (T%)		499	615	537	405	634	623
UTILIDAD DISPONIBLE		1,165	1,434	1,252	946	1,479	1,453
Depreciación		1,335	1,173	1,011	849	687	524
RAF							200
FLUJO EFECTIVO NETO	-1,497.5	2,501	2,607	2,263	1,795	2,166	2,177

Figura 16:
Diagrama de flujo
Fuente: Elaboración propia



5.2 Viabilidad económica

Como se observa en los siguientes datos se puedes concluir los siguiente:

Tabla 7:
Análisis de viabilidad económica
Fuente: Elaboración propia

TIR	1.64802841
Ke	50.00%
VAN	2829.85482
PRI =	1.85367616

- El VAN al ser $2529.85 > 0$ se observa que el proyecto es viable
- La inversión se recupera en 1.85 años

CONCLUSIONES

- La implementación de la máquina taladradora automática contribuirá a incrementar la producción de piezas requeridas en cualquier carpintería convencional, debido a la rapidez con la que se ejecutarán las perforaciones.
- Mediante la automatización de una máquina taladradora se logra la reducción de la cantidad de operaciones como también al tiempo requerido dentro del proceso de taladrado, en este proyecto se redujo de 12 a 8 operaciones y con respecto al tiempo se obtuvo una disminución de 12 minutos a 2.43 minutos.
- Concluimos que con la máquina taladradora se logra la perforación de una pieza escogida por el operario de cualquier material permitido para la operación, dando como resultado un producto nuevo conforme al objetivo para el cual se va a utilizar.
- La implementación de la maquina taladradora es beneficiosa para el proceso ya que según flujo de caja demuestra que es beneficiosa y de fácil recuperación a comparándola con su vida útil.

RECOMENDACIONES

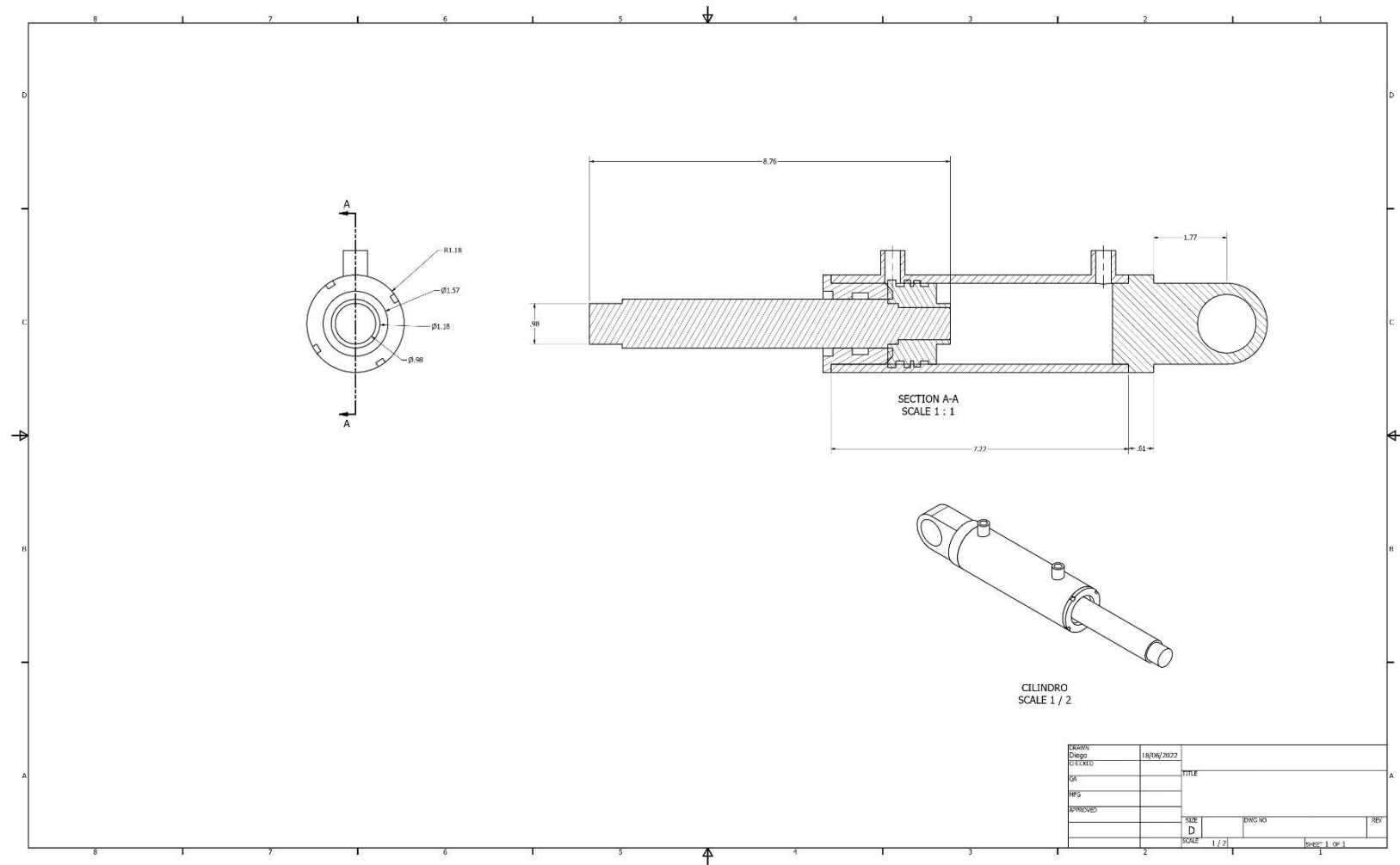
- Se recomienda utilizar mangueras neumáticas menor a 8, debido a que durante la ejecución del prototipo se evidenció que al utilizar una manguera número 8 se presentaron tres obstáculos, uno, que ocupaba mucho espacio, dos, estéticamente no se veía bien, y tres, que, al ser de un mayor diámetro, necesitaría más aire, por tal motivo, es recomendable una manguera número 6 o 4.
- Se recomienda contar con un supervisor en la máquina para poder monitorear que las operaciones que realiza la máquina se realicen de manera correcta y continua.
- Se recomienda tener un cierto grado de prevención con respecto a la presión ejercida sobre la herramienta ya que puede generar alguna falla imprevista e incidentes durante el proceso automatizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

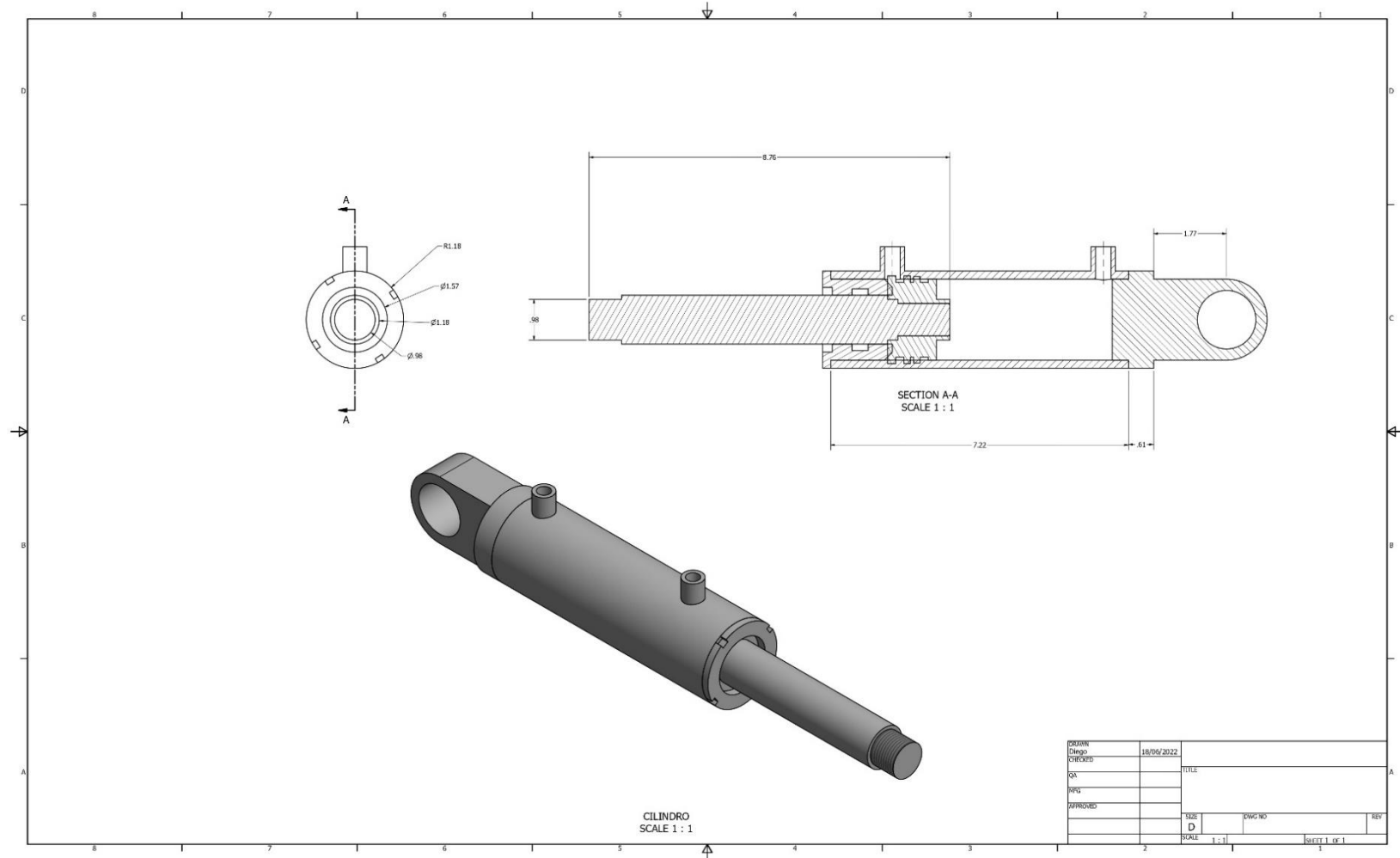
- Areatecnología. (s.f.). ¿Qué es la neumática? <https://www.areatecnologia.com/que-es-la-Neumatica.htm>
- Asura. (s.f.). Ficha técnica Taladro. <https://arlsura.com/images/herramientas/pdfTaladro.pdf>
- Automatización Industrial. (2 de setiembre de 2010). Elementos de Mando y Regulación Neumática. <http://industrial-automatiza.blogspot.com/2010/09/elementos-de-mando-y-regulacion.html#:~:text=Podemos%20definir%20v%C3%A1lvula%20como%3B%20>
- González, M. (9 de setiembre de 2015). Campos de aplicación del PLC. Prezi. <https://prezi.com/usc803xb-57y/campos-de-aplicacion-del-plc/>
- Metodo Delphi. (s.f.). Planeamiento de la capacidad.
- Murillo, A. (25 de octubre de 2013). ¿Qué es un PLC? CTIN. <http://www.ctinmx.com/que-es-un-plc/>
- Pneumax. (2018). Válvulas y electroválvulas. <https://pneumaxspa.com/wp-content/uploads/OBJ01221.pdf>
- Vásquez, R. (2010). Control lógico programable. Fondo Editorial ITM.

ANEXOS

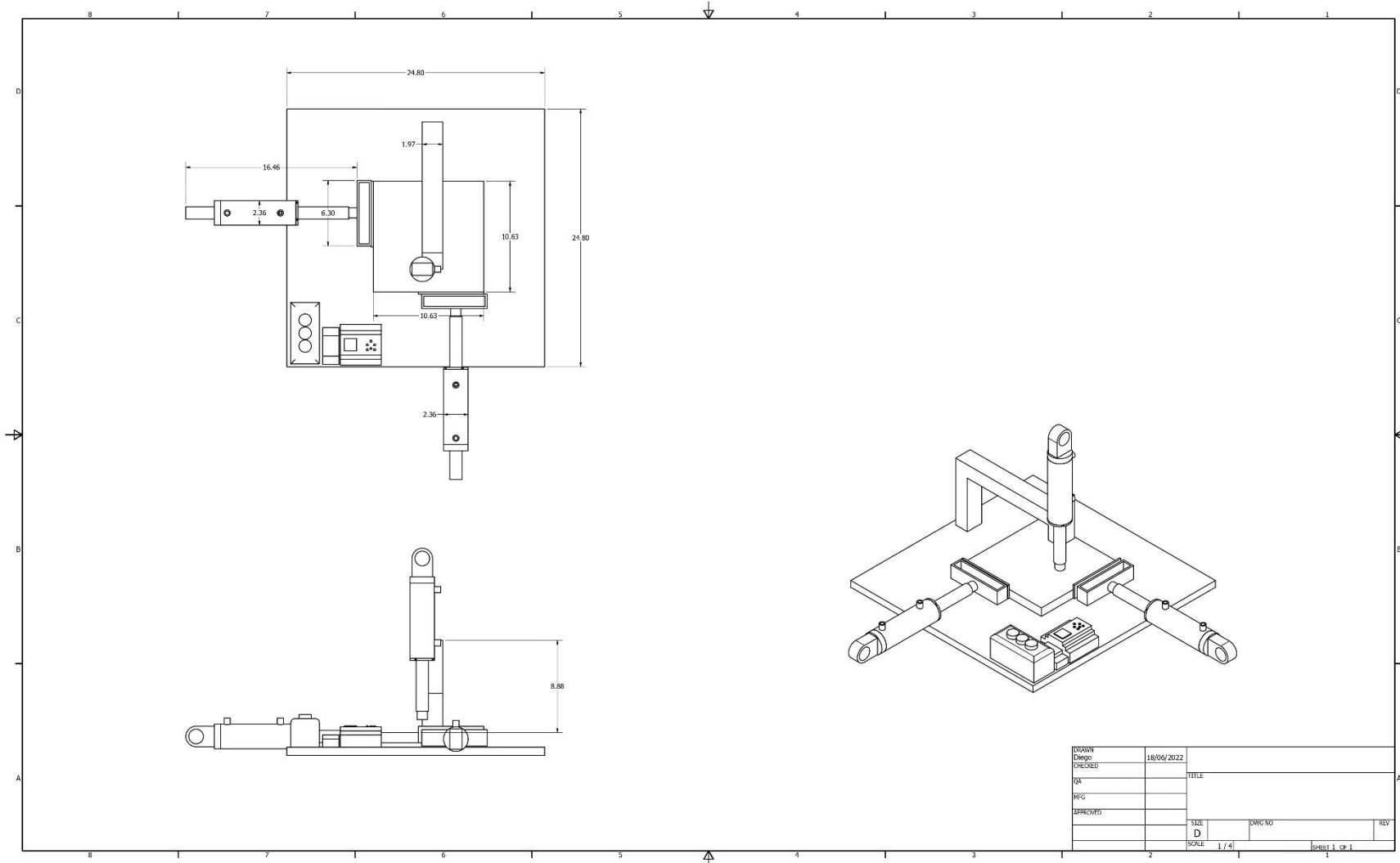
Anexo 1: Cilindro ensamblado creado en AutoCAD



Anexo 2: Cilindro ensamblado creado en AutoCAD



Anexo 3: Prototipo de taladradora creado en AutoCAD



Anexo 4: Prototipo de taladradora creado en AutoCAD

