



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE EMPAQUETADO DE LA MÁQUINA
EMPACADORA DE BOTELLAS PARA EL LABORATORIO DE
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE LA FICM-UTA”**

AUTOR: Jordy Kevin Guayanay Velez

TUTOR: Ing. Carlos Mauricio Carrillo Rosero, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Febrero - 2024

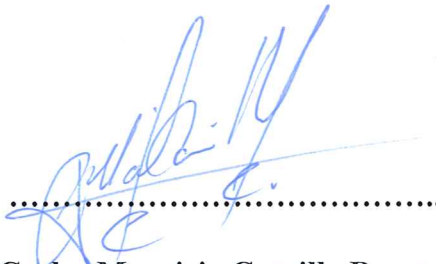
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad como Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico con el tema: **“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE EMPAQUETADO DE LA MÁQUINA EMPACADORA DE BOTELLAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE LA FICM-UTA”**, elaborado por el Sr. Jordy Kevin Guayanay Velez, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 2200373898, estudiante de la Carrera de Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024



Ing. Carlos Mauricio Carrillo Rosero, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Jordy Kevin Guayanay Velez**, con C.I. 2200373898, declaro que todas los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente Proyecto Técnico con el tema “**REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE EMPAQUETADO DE LA MÁQUINA EMPACADORA DE BOTELLAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE LA FICM-UTA**”, así como también las fichas técnicas, tablas de datos, análisis, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citado en el mismo.

Ambato, febrero 2024



.....
Jordy Kevin Guayanay Velez

C.I. 2200373898

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y proceso de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



.....
Jordy Kevin Guayanay Velez

C.I. 2200373898

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Jordy Kevin Guayanay Velez, de la Carrera de Mecánica bajo el tema: **“REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE EMPAQUETADO DE LA MÁQUINA EMPACADORA DE BOTELLAS PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE LA FICM-UTA”**

Ambato, febrero 2024

Para mi constancia firman:



.....
Ing. Christian Byron Castro Miniguano, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Ing. Oscar Ivan Analuiza Maiza, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi familia quienes han estado para apoyarme en cada una de mis decisiones; mi madre y padre que a pesar de todos los errores y malos caminos que he tomado han sabido aceptarme y guiarme diligentemente a través de este largo camino llamado vida. Mi hermana que supo ayudarme incondicionalmente.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los todos aquellos que han sacado lo mejor de mí a través de los años, mi familia con su apoyo incondicional, mis amigos con su valentía para decir lo necesario, los docentes de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato quienes me brindaron su paciencia y conocimiento para culminar con éxito mi trayecto estudiantil.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 General.....	2
1.2.2 Específicos	2
CAPÍTULO II	3
2.1 Materiales	3
2.2. Métodos	6
2.3 Estado actual de la máquina	7
2.3.1 Sistema mecánico	7
2.3.2 Sistema neumático	12

2.3.3 Sistema eléctrico	15
2.4 Repotenciación	18
2.4.1 Sistema de transporte	18
2.4.2 Sistema de empuje	30
2.4.3 Sistema de sellado y corte.....	34
2.4.4 Sistema de control.....	38
CAPÍTULO III.....	44
3.1 Resultados	44
3.2 Pruebas de funcionamiento	47
3.3 Pruebas producción	53
3.4 Pruebas adicionales	66
3.5 Costo de materiales	70
CAPÍTULO IV	72
4.1 Conclusiones	72
4.2 Recomendaciones	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXOS	1
MANUAL DE FUNCIONAMIENTO	23
PLANOS	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Lista de materiales	3
Tabla 2: Parámetros del motor establecidos y determinados	10
Tabla 3: características de funcionamiento de los cilindros neumáticos	14
Tabla 4: Características de las mangueras plásticas.....	15
Tabla 5: Características de las electroválvulas	16
Tabla 6: Característica de la banda transportadora LF 821-K1200	20
Tabla 7: Especificaciones técnicas del motor a pasos	25
Tabla 8.- Características Driver ST-M5045.....	25
Tabla 9.- Grados de trabajo de los micro pasos del driver ST-M5045.	27
Tabla 10.- Ciclos de trabajos del motor a pasos.....	28
Tabla 11.- Características de la fuente seleccionada.....	30
Tabla 12: Especificaciones del sensor magnético.....	32
Tabla 13: Especificaciones bobina solenoide 110VAC.....	33
Tabla 14.- Especificaciones del transformador seleccionado.	36
Tabla 15.- Variables físicas.....	39
Tabla 16.- identificación de variables de entrada y salida del plc.	41
Tabla 17.- identificación de variables de potencia.....	42
Tabla 18.- Prueba del motor a pasos con una frecuencia de 1800Hz.	47
Tabla 19.- Prueba del motor a pasos con una frecuencia de 3000Hz.	48
Tabla 20.- -Prueba de micro pasos del motor a 5000HZ	49
Tabla 21.- Rangos de velocidad para el motor a pasos.	50
Tabla 22.- Prueba de velocidad de avance del cilindro de empuje.	51
Tabla 23.- Prueba de sellado y corte de la niquelina.....	52
Tabla 24.- Pruebas de producción de la máquina sin repotenciar.....	53
Tabla 25.- Prueba de la máquina repotenciada a 1800Hz y 32 micro pasos.....	54
Tabla 26.- Prueba de la máquina repotenciada a 1800Hz y 64 micro pasos.....	55
Tabla 27.- Prueba de la máquina repotenciada a 1800Hz y 128 micro pasos.....	56
Tabla 28.- Prueba de la máquina repotenciada a 1800Hz y 256 micro pasos.....	57

Tabla 29.- Prueba de la máquina repotenciada a 3000Hz y 32 micro pasos.....	58
Tabla 30.- Prueba de la máquina repotenciada a 3000Hz y 64 micro pasos.....	59
Tabla 31.- Prueba de la máquina repotenciada a 3000Hz y 128 micro pasos.....	60
Tabla 32.- Prueba de la máquina repotenciada a 3000Hz y 256 micro pasos.....	61
Tabla 33.- Prueba de la máquina repotenciada a 5000Hz y 64 micro pasos.....	62
Tabla 34.- Prueba de la máquina repotenciada a 5000Hz y 128 micro pasos.....	63
Tabla 35.- Prueba de la máquina repotenciada a 5000Hz y 256 micro pasos.....	64
Tabla 36.- Tiempos promedio de sellado y corte.....	65
Tabla 37.- Prueba adicional 1 con 9 botellas.	66
Tabla 38.- Prueba adicional 2 con 9 botellas.	67
Tabla 39.- Prueba adicional 3 con 9 botellas.	68
Tabla 40.- Tiempos promedio para un proceso de nueve botellas.....	69
Tabla 41.- Costos materiales mecánicos.	70
Tabla 42.- Costos materiales eléctricos.....	71
Tabla 43.- Costo total.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Máquina empaadora de botellas.	8
Figura 2: Estado actual de la máquina.	8
Figura 3: Conjunto de transmisión de poleas.	9
Figura 4: Motor eléctrico 1/2 HP.	9
Figura 5: Film de plástico termoretráctil.	10
Figura 6: Acople mecánico para el empuje de los paquetes.	11
Figura 7: Acople de mordaza para realizar el sellado y corte.	11
Figura 8: Banda Transportadora de Tela.	12
Figura 9: Compresor del laboratorio Ingersoll Rand.	12
Figura 10: Cilindro neumático de doble efecto para la entrada de paquetes.	13
Figura 11: Cilindro neumático de doble efecto para el sistema de sellado y corte.	13
Figura 12: Unidad de mantenimiento del sistema neumático.	14
Figura 13: Manguera plásticas para el sistema neumático.	15
Figura 14: Niquelina Cr20Ni80.	16
Figura 15: Electroválvulas de control de los actuadores neumáticos.	16
Figura 16: Luces piloto ubicadas en el panel de control.	17
Figura 17: Pulsadores ubicadas en el panel de control.	17
Figura 18.- Estructura metálica ampliada de la banda.	18
Figura 19.- Guías niveladoras de la banda.	18
Figura 20: Banda trasportadora LF 821-K1200.	19
Figura 21.- Diagrama de la banda.	19
Figura 22.- Estructura de guías laterales.	20
Figura 23: MP3-86H080-D12.7	24
Figura 24.- Driver controlador motor a pasos ST-M5045.	25
Figura 25.- Conexión de un microcontrolador con el ST-M5045.	26
Figura 26.- Tren de pulsos.	28
Figura 27.- Fuente DC de 24V a 5A.	29
Figura 45.- Diagrama neumático.	30

Figura 28.- Sistema de empuje.....	31
Figura 29.- Estructura metálica de desplazamiento.	31
Figura 30: Sensor Magnético STNC CS1-M.	32
Figura 31: Solenoide AMISCO 110VAC.	33
Figura 32.- Estructura metálica de sellado y corte.....	34
Figura 33.- Ubicación y fijación del cilindro de sellado y corte.....	35
Figura 34.- Guías de laterales de desplazamiento de la mordaza.	35
Figura 35.- Mordaza y acoplé de nylon para la niquelina.....	36
Figura 36.- Transformador de 110VAC a 24VAC a 3A.....	36
Figura 37.- Freno antideslizante del film plástico.....	37
Figura 38.- Rodillos cónicos de nylon.	37
Figura 39.- Primer lazo abierto de conformado.	38
Figura 40.- Segundo lazo abierto de sellado y corte.	38
Figura 41.- Plc RENU modelo FL010 [18].....	39
Figura 42.- Circuito de control.....	40
Figura 43.- Circuito de control y Potencia.	42
Figura 44.- Lógica de funcionamiento.	43
Figura 46.- Regulador de presión.....	44
Figura 47.- Estado inicial de la máquina.....	45
Figura 48.- Breke de paso de corriente.	45
Figura 49.- Ubicación de las botellas sobre la banda.....	46
Figura 50.- Ubicación de botellas previo a ser envueltas en plástico.	46
Figura 51.- Proceso de sellado y corte completado.....	46

RESUMEN EJECUTIVO

La repotenciación del sistema de empaquetado de la máquina empacadora de botellas se llevó a cabo por diversas razones, como la presencia de óxido en las estructuras metálicas, falta de optimización del proceso y sobredimensionamientos de elementos mecánicos, resultando en un mal funcionamiento de la máquina.

El proyecto técnico inició con la inspección del estado actual de la máquina, de los sistemas mecánico, neumático y eléctrico, determinando mediante inspección visual, manual y bibliográfica, el estado de cada componente y por medio de pruebas de funcionamiento, se encontraron los aspectos a mejorar con la repotenciación, mejorado el funcionamiento del proceso y reduciendo tiempos, implementando elementos mecánicos más adecuados, factibles y actuales a la tecnología que permitieron mejorar en gran medida su desempeño y agregarle versatilidad al proceso. Se programó un nuevo sistema de control semiautomático basado en la programación de controladores lógicos, en conjunto con su tablero eléctrico se elaboró diagramas de conexión eléctrica de control y de fuerza requeridos. También se diseñaron y adaptaron nuevos elementos necesarios para una correcta ejecución de los nuevos elementos mecánicos, mejorando en gran medida la funcionalidad de la máquina.

Se determinaron los parámetros de configuración óptimos utilizados en la comparativa de las pruebas de producción de la máquina repotenciada y la original, se evidenció una reducción de siete segundos en el tiempo requerido para el proceso, se adaptó la máquina para trabajar a diferentes velocidades con mayor cantidad de unidades por paquete.

Palabras claves: sobredimensionamientos mecánicos, proceso semiautomático, controladores lógicos, diagrama de conexión, repotenciación.

ABSTRACT

The repowering of the packaging system of the bottle packing machine was carried out for several reasons, such as the presence of rust in the metal structures, lack of process optimization and oversizing of mechanical elements, resulting in a malfunction of the machine.

The technical project began with the inspection of the current state of the machine, of the mechanical, pneumatic and electrical systems, determining by visual, manual and bibliographic inspection, the state of each component and by means of operation tests, the aspects to improve with the repowering were found, improving the operation of the process and reducing times, implementing more adequate, feasible and current mechanical elements to the technology that allowed improving its performance to a great extent and adding versatility to the process. A new semi-automatic control system was programmed based on the programming of logic controllers, together with its electric board, and diagrams of the required electrical connection of control and power were elaborated. New elements necessary for the correct execution of the new mechanical elements were also designed and adapted, greatly improving the functionality of the machine.

The optimal configuration parameters used in the comparative production tests of the repowered machine and the original one were determined, a reduction of seven seconds in the time required for the process was evidenced, and the machine was adapted to work at different speeds with a greater number of units per package.

Key words: mechanical oversizing, semi-automatic process, logic controllers, connection diagram, repowering.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Según lo manifestado por [1], para conocer la cantidad de producción de paquetes por minuto, primeramente, se debe determinar su distribución acorde al espacio disponible en la zona de embalaje y la producción promedio de una empacadora local. Para poder calcular la velocidad de la banda se deberá realizar en función de la producción de paquetes por minuto y la distribución máxima de paquetes permitida en la máquina.

La metodología utilizada por [2], es analítica la cual permite revisar y analizar de manera ordenada los elementos del proceso, determinando parámetros de funcionalidad y conociendo el estado actual de cada uno para poder determinar con herramientas estadísticas si estos elementos son adecuados, reutilizables o de recambio.

[3] Realiza una recopilación de los componentes de sistemas neumáticos, eléctricos y mecánicos que intervienen en la automatización de un proceso con la implementación de las fórmulas requeridas para determinar el funcionamiento óptimo de los diferentes elementos como actuadores y de control, lo cual facilitará la selección de componentes para el proceso de embalaje.

Según [4], indica que en el proceso de sellado y corte la niquelina es uno de los componentes con mayor probabilidad de fallo debido a que suele recalentarse, para evitar esto se debe colocar recubrimientos de teflón en la parte superior e inferior. Además, propone establecer un código para cada sistema que compone el proceso facilitando la evaluación de cada componente para determinar si es reutilizable o de recambio. También menciona tener en cuenta las características del plc, las cuales deberán asegurar el correcto funcionamiento y ejecución del proceso, de la misma forma la factibilidad de manejo del software y su lenguaje de programación.

Para obtener un óptimo embalaje [5], propone implementar un brazo tensor el cual se encargará de templar la película que se desenvuelven de la bobina haciendo que el flujo

de la película de plástico sea equilibrado y estable, permitiendo al sistema de sellado y corte una mayor eficiencia en su ejecución.

Para poder determinar una propuesta de solución según [6], la mayor parte de las veces para tomar una decisión se debe tener en cuenta el orden de preferencia según la evaluación global. Por lo que estable un método de criterios ponderados sin la necesidad de evaluar los parámetros de cada propiedad y sin tener que estimar numéricamente el peso de cada criterio, permitiendo determinar la mejor propuesta que se adapte al proceso.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Repotenciar el sistema de empaquetado de la máquina empacadora de botellas para el laboratorio de automatización y control de la FICM-UTA.







1.2.2 Específicos








- Comprobar el estado actual de la acción de empaquetado
- Determinar los componentes necesarios para repotenciar el proceso
- Implementar el sistema
- Pruebas de funcionamiento

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Tabla 1.- Lista de materiales

NOMBRE	IMAGEN	CANTIDAD	DIMENSION
Banda transportadora LF 821-K1200.		1	Ancho 0.30 metros Largo 3.05 metros
Motor a pasos		1	24VDC Torque 4.5 Nm Bipolar
Perfil de acero en C		1	Largo 1.8 m Ancho 50 mm Altura 120 mm
Plancha de acero		1	Ancho 3000 mm Alto 1000 mm Espesor 2 mm
Platina de acero		1	Ancho 30 mm Largo 1000 mm Espesor 3 mm
Eje de transmisión		1	Largo 1.25 metros Diámetro 19.05 mm
Eje de transmisión		1	Largo 1.10 metros Diámetro 5/8

Eje de acero inoxidable		1	Largo 1.65 metros Diámetro 25.40 mm
Eje roscado en acero		1	Largo 1/2 metros Diámetro 7/16
Barra de bronce redonda		1	Largo 25 cm Anchos 3 cm
Breaker trifásico		1	110V a 480V 3 polos
Alimentación del motor a pasos		1	24 VDC 5A 4 salidas
Transformador de la niquelina		1	24VCC 3A
Niquelina		1	24 a 48 VCA Largo 300 mm Ancho 3 mm

Solenoide de válvula		2	110VCA
Sensor magnético		2	24VDC 2 hilos Largo 3 metros
Relé de contactos		4	24VCD 11 pines 3 polos
Final de carrera mecánico		1	24VCD
Barra redonda de nylon		1	Largo 30 cm Diámetro 10 cm
		1	Largo 20 cm Diámetro 6 cm
Barra rectangular de nylon		1	Largo 30 cm Anchos 5 cm

2.2. Métodos

-Método bibliográfico

Se realizó una recopilación de información a través de citas bibliográficas de trabajo similares, documentos de investigación y la observación del estado funcional del proceso de embalaje para establecer una base de información para el desarrollo de la repotenciación.

-Método experimental

Se sometió el proceso a varias pruebas de funcionamiento controlando parámetros como:

- Velocidad de la banda de entrada
- Velocidad de los cilindros neumáticos
- Fuerza de avance de los cilindros neumáticos
- Temperatura para el sellado y corte de la película
- Tiempos de accionamiento de los actuadores
- Posición de los sensores y finales de carrera
- Presión suministrada al sistema neumático
- Potencia del motor de la banda

Para realizar análisis y verificaciones estableciendo los parámetros óptimos de funcionamiento del proceso.

-Técnica de investigación de campo

Por medio de esta técnica se inspeccionan de manera visual la máquina en su entorno de operación, buscando áreas de desgaste, daños, deformaciones o deterioro en los componentes del proceso de embalaje, esto ayuda a identificar problemas visibles y determina el estado de los componentes, asimismo se recopilaban datos de operación de la máquina, tales como tiempo total del proceso, consumo de corriente, temperatura de la niquelina requerida, presión requerida, entre otros que permitan conocer el comportamiento y desempeño de la máquina, para finalmente poder definir un procedimiento adecuado de repotenciación. [7]

-Técnica documental

La aplicación de esta técnica implica la revisión y análisis de documentos relacionados con los componentes en cuestión a través de la revisión de manuales, fichas técnicas, procedimientos de conexión, para el proceso de embalaje, también se revisó información de máquinas similares, documentado información que será de gran utilidad en el proceso de repotenciación. [7]

-Técnica experimental

Su principal función es el realizar de pruebas y ensayos sobre el proceso de embalaje que permita obtener datos y resultados, mediante la programación de sus elementos de control identificando áreas de mejora, con la implementación de pruebas de rendimiento revisando su desempeño actual, de igual forma en pruebas de funcionamiento y ajustes realizados una vez implementada la repotenciación para verificar que todos los componentes y sistemas operan correctamente y estén ajustados en función de los parámetros requeridos y por último mediante prueba y error registrando datos de desempeño después de la repotenciación. [7]

2.3 Estado actual de la máquina

La máquina fue fabricada hace ocho años desde entonces ha sido utilizada con fines académicos que han provocado el deterioro de muchos de sus elementos mecánicos y eléctricos. El estado actual de la máquina demanda un diagnóstico y evaluación, de todo el conjunto que interviene en el proceso de embalaje, para ello se dividió en cada sistema como se detalla en los siguientes ítems.

2.3.1 Sistema mecánico

Para la revisión se realizó observando cada componente que conforma el sistema mecánico y también mediante la manipulación directa e indirecta de estos componentes realizando pruebas de funcionamiento para identificar el estado de cada uno.

-Estructura

En la figura 1 y 2 se puede observar el estado actual de la máquina.



Figura 1: Máquina empacadora de botellas.



Figura 2: Estado actual de la máquina.

La estructura tiene algunas áreas sin pintura en las que existe oxidación por otra parte, las uniones por soldadura, tornillo y tuercas se encuentran en buen estado, a su vez no presenta deformaciones o grietas en su estado actual se mantiene estable soportando todos componentes mecánicos y el proceso para el cual fue diseñada.

-Transmisión de poleas

En la figura 3, se puede observar el sistema de transmisión de poleas que da movimiento a las bandas transportadoras.



Figura 3: Conjunto de transmisión de poleas.

Las poleas utilizadas en la transmisión de la potencia del motor hacia la banda presentan desgaste y grietas, por otro lado, los rodamientos requieren de lubricación en sus ejes, los soportes sobre los cuales están fijados se encuentran en buen estado sin presencia de fisuras ni corrosión, por último, todo el conjunto de transmisión de poleas no dispone de cubiertas que puedan evitar el contacto con las poleas como elemento de protección.

-Motor eléctrico

Por medio de la figura 4, se puede visualizar el estado actual del motor eléctrico.



Figura 4: Motor eléctrico 1/2 HP.

La estructura del motor se encuentra en mal estado con presencia de óxido, sus borneras de conexión tienen óxido acumulado, sus elementos de conexión están desgastados, dispone de todos sus cables de conexión y en el apartado de su funcionamiento se encuentra sobre dimensionado para el proceso, por lo que requiere de la utilización de un variador de frecuencia para evitar la generación de vibraciones y controlar su velocidad de giro, en la tabla 2, se detallan las características empleadas en la máquina.

Tabla 2: Parámetros del motor establecidos y determinados por [8].

Potencia	½ HP
Voltaje	220/440 V
Revoluciones	1750 rpm
Factor de servicio (Ks)	1.2
Revoluciones motor – motor reductor	87.5 rpm
Revoluciones en cada banda	43.75 rpm
Potencia permitida por la banda	0,3756 HP

-Ejes de alimentación del film plástico.

El mecanismo actual sobre el cual se sitúan los rollos de film plástico como se puede observar en la figura 5.



Figura 5: Film de plástico termoretráctil.

Son de madera y no ajustan debidamente el rollo plástico, además de ello no disponen de un rodamiento en sus extremos, el cual genera un mal desenvolvimiento del film, por otra

parte, los rodillos carecen de una forma de fijación lo cual provoca que se deslice sobre su eje haciendo que el embalaje no sea el correcto produciendo el desalineado.

-Acople para el empuje de los paquetes

En la figura 6, se puede apreciar el estado del acople del cilindro de empuje.



Figura 6: Acople mecánico para el empuje de los paquetes.

El acople que dispone en el vástago, el cual sirve para empujar los paquetes tiene una estructura que no es eficiente impidiendo aprovechar todo el recorrido, además tiene óxido, salpicaduras de soldadura y se encuentra desalineado con la barra guía, haciendo que el empuje de los paquetes no sea estable.

-Acople de mordaza para el sellado y corte

En la figura 7, se puede visualizar el acople de mordaza el cual se encuentra soldado al vástago del cilindro vertical, como se puede apreciar su estructura es tan mal estado con presencia de óxido.



Figura 7: Acople de mordaza para realizar el sellado y corte.

-Banda transportadora

La banda transportadora que se puede apreciar en la figura 8.



Figura 8: Banda Transportadora de Tela.

Actualmente este elemento es el más deteriorado de la máquina, dado que visualmente presenta desgaste, grietas, cortes, desgarres u otros desperfectos en la superficie de la banda en especial donde hace contacto con los rodillos.

2.3.2 Sistema neumático

Para la revisión del sistema neumático se usó la toma aire conectada al compresor del laboratorio, el cual se lo puede apreciar en la figura 9, que entrega una presión de 16 bar, que pasa por su unidad de mantenimiento y es controlada por la válvula de paso manual del laboratorio, para suministrar directamente a cada componente comprobando su funcionamiento y realizando pruebas manuales.



Figura 9: Compresor del laboratorio Ingersoll Rand.

-Cilindro neumático de entrada de los paquetes

Para la entrada de los paquetes una vez conformados se cuenta con el actuador neumático de la figura 10.

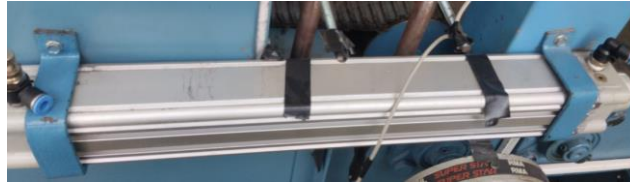


Figura 10: Cilindro neumático de doble efecto para la entrada de paquetes.

Es un cilindro neumático de doble efecto, el cual en su acción de expansión y contracción es estable, no presenta dificultades en su movilidad, ni pérdidas en su fuerza de empuje, los racores de conexión neumática están en buen estado.

-Cilindro neumático de sellado y corte

En la figura 11, se puede ver el estado del actuador neumático encargado de realizar la acción de sellado y corte de la película.



Figura 11: Cilindro neumático de doble efecto para el sistema de sellado y corte.

Se tiene un cilindro neumático de doble efecto, no presenta dificultades en su accionamiento, ni pérdidas en su fuerza de empuje, los racores de conexión neumática están en buen estado, la carrera del vástago está bien adaptada para el proceso y no tiene guías que permitan mantener centrada la mordaza realizando un deslizamiento desbalanceado hacia la ranura de sellado y corte.

Dado que los actuadores neumáticos son de la misma marca y modelo en la tabla 3, se encuentran las características de los cilindros.

Tabla 3: características de funcionamiento de los cilindros neumáticos [8].

Presión	6.3 Kg/cm ²
Diámetro del embolo del pistón	32 mm
Diámetro del vástago	12.5 mm
Carrera	250 mm y 500 mm
Fuerza de avance	48.13 Kgf
Fuerza teórica en retroceso	42.93 Kgf
Consumo de aire en avance y retroceso	VA=201.06 cm ³ VR=170.38 cm ³

-Unidad de mantenimiento FLR

La unidad de mantenimiento de regulación y lubricación de la figura 12, se encuentra en buen estado con presencia de suciedad en el filtro y su unidad de lubricación está vacía, impidiendo cumplir su función para mantener el aire comprimido limpio y mantener lubricados los elementos mecánicos para reducir su desgaste, es por ello que la unidad de mantenimiento es crucial para asegurar un funcionamiento eficiente prolongando la vida útil de los elementos neumáticos.



Figura 12: Unidad de mantenimiento del sistema neumático.

-Mangueras plásticas

En la figura 13, se puede apreciar las mangueras utilizadas para las conexiones neumáticas.



Figura 13: Manguera plásticas para el sistema neumático.

El conjunto de mangueras plásticas para distribuir el aire a los actuadores neumáticos es de dimensiones de 6mm y 8mm sus características se pueden visualizar en la tabla 4, estas se encuentran en buen estado sin presencia de fugas, cortes, ni taponamientos.

Tabla 4: Características de las mangueras plásticas.

Color	Azul
Material	Nylon
Características especiales	Resistencia a la abrasión
Presión máxima de funcionamiento	24 bar
Temperatura máxima	+80 °C
Temperatura mínima	-40 °C
Presión de rotura	72 bar

2.3.3 Sistema eléctrico

Para la revisión del sistema eléctrico se usó multímetro para verificar las conexiones de los distintos componentes, también se hizo uso de las fichas técnicas de cada componente revisando el voltaje de funcionamiento requerido y sus diagramas de conexión.

-Niquelina

Es la resistencia eléctrica ubicada en el mecanismo de mordaza de la figura 7, que realiza el proceso de termosellado, es decir que por medio de calor y presión une dos materiales,

actualmente se encuentra quemada como se puede ver en la figura 14, impidiendo realizar el proceso de termosellado. [4]



Figura 14: Niquelina Cr20Ni80.

-Electroválvulas de control

En la figura 15, se encuentra uno de los componentes indispensables para el control de los actuadores neumáticos.



Figura 15: Electroválvulas de control de los actuadores neumáticos.

Las válvulas de control de los cilindros neumáticos son 4/2 de accionamiento monoestable con retorno por muelle, sus vías de distribución de aire están en buen estado, no presenta fallas en su funcionamiento y sus racores de conexión se conectan perfectamente con las mangueras de aire, en la tabla 5, se detallan los factores de servicio de las electroválvulas.

Tabla 5: Características de las electroválvulas [9].

Tipo de función	Monoestable (Regreso por resorte)
Configuración	Cinco vías, dos posiciones (5/2)
Bobinas	1 (simple solenoide)
Caudal	0.89 CV (31 SCFM) (4 CFM @ 100 psig & 20 °C)
Puertos de presión	G1/4" (3 puertos)
Puertos de desfogue	G1/8" (2 puertos)
Presión de trabajo	21 – 114 PSI (0.15-0.8 MPa) (1.5 – 8.0 Bar)
Presión máxima a resistir	167 PSI (1.2 MPa) (12 Bar)
Rango de voltaje	AC 198V – 242V

-Luces piloto

Cada una de las luces piloto dispone del color adecuado como se puede visualizar en la figura 16, para representar la función que se está ejecutando, no tienen presencia de polvo, ni humedad, dispone de todos sus elementos para realizar su conexión sin presencia de desgaste, ni corrosión, todas las luces piloto se encuentran bien fijadas al tablero de control, al iniciar la inspección no estaban conectadas por lo que una vez conectadas correctamente se pudo verificar que todas funcionaban correctamente y la intensidad de luminosidad era la correcta.



Figura 16: Luces piloto ubicadas en el panel de control.

-Pulsadores

Se revisó por separado cada uno de los pulsadores, ninguno presentó dificultades en su funcionamiento, su disposición de colores es correcta, sus contactos se encontraban en buen estado como se puede ver en la figura 17, disponían de todos sus elementos para realizar las conexiones, no se encontraban sucios, algunos no se encontraban bien fijados al tablero de control y al momento de realizar la inspección no tenían ninguna conexión eléctrica a ningún elemento de control.



Figura 17: Pulsadores ubicadas en el panel de control.

Para el sistema de control se piensa usar un plc que se adecue a las necesidades de la repotenciación de los disponibles en el laboratorio de control.

2.4 Repotenciación

La repotenciación es el proceso de actualizar o mejorar la capacidad y rendimiento de una máquina, mediante la incorporación de nuevos componentes o la modificación de los existentes. Esto puede incluir la sustitución de piezas desgastadas, la incorporación de tecnologías más modernas, o la adaptación a nuevos requisitos o normativas. La repotenciación puede ser una alternativa económica y sostenible a la compra de una nueva máquina, y se aplica a una amplia variedad de equipos mecánicos o electrónicos. [10]

2.4.1 Sistema de transporte

2.4.1.1 Estructura de la banda

Se ampliará la estructura de la banda 1 metro, para aumentar la cantidad de botellas sobre la banda y poder realizar empaquetados de manera más fluida, como se puede ver en la figura 18.

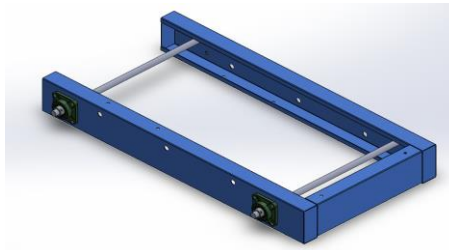


Figura 18.- Estructura metálica ampliada de la banda.

Para mantener la banda nivelada y alineada, en la estructura se colocarán 3 ejes con rodamientos de nylon fijados, mediante prisioneros como se puede ver en la figura 19.

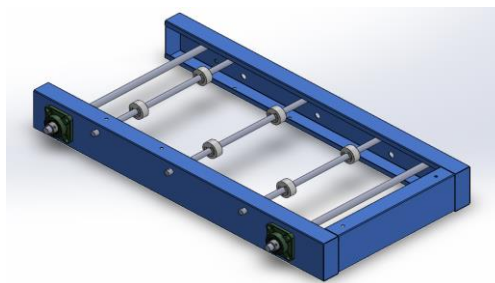


Figura 19.- Guías niveladoras de la banda.

2.4.1.2 Banda transportadora de plástico

Este tipo de banda es ideal para el proceso de empaquetado, debido a que está diseñada para aplicaciones de alto rendimiento a velocidades relativamente altas. Como se puede ver en la figura 20.

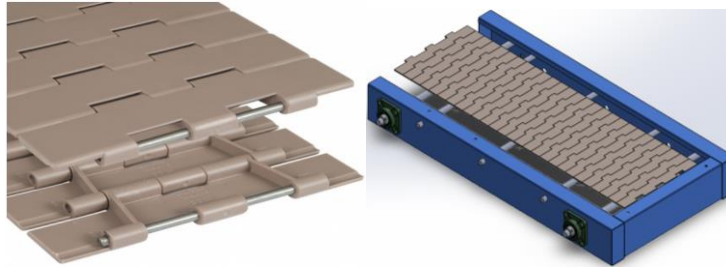


Figura 20: Banda transportadora LF 821-K1200.

El material principal del cual está hecha esta banda es de acetal de baja fricción (POM) con mezcla especial de lubricantes reduciendo el desgaste en un 15% sus uniones abisagradas son aseguradas con pasadores de acero inoxidable, haciendo innecesaria la lubricación y mantenimiento excesivo, también es capaz de soportar temperaturas elevadas, puede transportar cualquier tipo de cargas, es resistente a salpicaduras de químicos y posee un diseño flexible que permite el manejo en masa de productos o paquetes. [11]

-Cálculo de la longitud de la banda

Para calcular la longitud de la banda requerida se aplica la ecuación 1.

$$L = 2X + \pi D \quad (1)$$



Figura 21.- Diagrama de la banda.

Donde:

L: Longitud de banda (m)

D: Diámetro = 10 cm

X: Distancia entre centros = 127 cm

$$L = 270 \text{ cm} \rightarrow 2.7 \text{ m}$$

El modelo seleccionado óptimo para la banda es el LF 821-K1200, que posee las siguientes características acorde a la tabla 6.

Tabla 6: Característica de la banda transportadora LF 821-K1200 [12].

Material	Acetal LF
Marca	Rexnord
Ancho (mm)	304.8 70
Peso Kg/m	3.25
Carga (N)	2680
Longitud estándar (m)	3.048
Grosor (mm)	4.8

2.4.1.3 Guías de laterales

Antes de llegar a la zona de embalaje, se ubican dos guías metálicas como se puede ver en la figura 22.

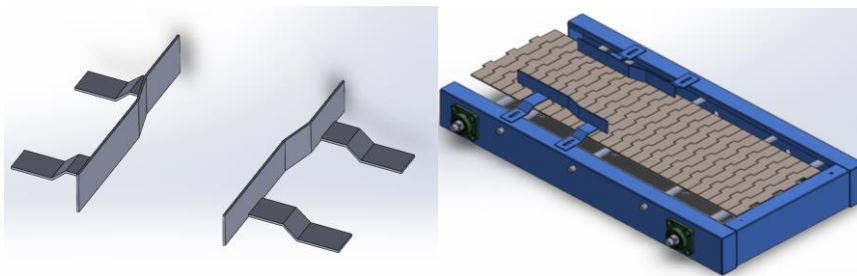


Figura 22.- Estructura de guías laterales.

Estas guías sirven para acomodar la llegada de las botellas según las dimensiones requeridas, teniendo la posibilidad de ajustar su ancho de entre 180 a 215 mm.

2.4.1.4 Motor a pasos

Los motores a paso son motores eléctricos que se alimenta con corriente directa y están diseñados con el propósito de realizar movimientos con gran precisión, en su interior se

componen de múltiples boninas e imanes que permiten que el rotor se mueva dando pasos angulares y también posee muchas características desventajas de las cuales se tiene: [13]

-Control de velocidad: Los motores de corriente alterna y corriente continua tienen un control de velocidad más limitado en comparación con los motores paso a paso o servomotores. En una máquina de empaquetado de botellas horizontal, es importante tener un control preciso de la velocidad del motor para lograr un funcionamiento eficiente y ajustarse a diferentes requerimientos del proceso, para ello por la diferencia de costo y facilidad de programación un motor paso a paso es más factible para este proceso. [13]

-Posicionamiento preciso: Los motores de corriente alterna son menos adecuados para aplicaciones que requieren un posicionamiento preciso. Para el proceso de embalaje, es fundamental colocar las botellas con precisión en los lugares designados. Los motores de corriente alterna no ofrecen el mismo nivel de control y precisión de posicionamiento que los motores paso a paso, lo que podría afectar la calidad del empaquetado y la eficiencia del proceso. [13]

-Falta de potencia: Una de las desventajas más conocidas de los motores de C.A, es que desarrollan baja potencia o menos esfuerzo de torsión y para este proceso es necesario tener potencia para desplazar los paquetes y la banda transportadora a una velocidad constante, por otro lado, los motores paso a paso pueden mantener y variar su potencia de trabajo. [13]

-Consumo de energía en reposo: Los motores de corriente alterna y corriente directa son menos eficiente en términos de consumo de energía dado que suelen consumir energía incluso cuando están en reposo. Esto puede resultar en un consumo innecesario de energía durante los períodos de inactividad y limitar la capacidad de la máquina de empaquetado para manejar cargas más pesadas y afectar su rendimiento y eficiencia, a diferencia de los motores paso a paso que solo consumen energía cuando están en movimiento. [13]

-Mantenimiento: Los servo motores y motores de corriente directa pueden requerir un mantenimiento más frecuente debido a su diseño y componentes comparación con otros tipos de motores, debido a que este tipo de motores tienen componentes adicionales, que pueden desgastarse con el tiempo y necesitar reemplazo o calibración. Por lo que debido

a que la máquina está diseñada para un funcionamiento continuo, el mantenimiento frecuente podría resultar en tiempos de inactividad y costos adicionales. [13]

-Capacidad de torque: En comparación con un motor de pasos, los motores de corriente alterna y corriente directa tienen bajo torque. Esto puede limitar la capacidad de la máquina de empaquetado para desplazar cargas más pesadas y afectar su rendimiento y eficiencia, en una máquina de empaquetado de botellas, donde se trabaja con objetos relativamente pesados, la capacidad de torque del motor paso a paso es un factor importante que considerar. [13]

-Costo: Los servo motores son más costosos que otros tipos de motores, como los motores de corriente alterna o los motores paso a paso y requieren de un controlador especializado para este tipo de motores lo que eleva aún más el costo de estos. [13]

-Complejidad de control: Los servo motores requieren controladores especiales y algoritmos de control más sofisticados para su funcionamiento óptimo. Esto puede aumentar la complejidad del diseño y programación de la máquina de empaquetado, lo que requiere una mayor experiencia y conocimiento técnico para su implementación, por otra parte, los motores paso a paso son relativamente fáciles de programar y controlar. Se pueden utilizar controladores específicos y algoritmos de control sencillos para lograr movimientos precisos y repetibles. Esto facilita su implementación, incluso para personas con menos experiencia en programación de motores. [13]

-Sobre dimensionamiento: Para el empaquetado de botellas, el uso de un servo motor puede resultar innecesario, esto se debe a que los servo motores están diseñados para aplicaciones que requieren un control de posición y velocidad extremadamente preciso. Y la máquina de empaquetado no necesita este nivel de precisión, el uso de un servo motor puede ser excesivo y poco rentable. [13]

En resumen, debido a las limitaciones en el control de velocidad, la dificultad para lograr posicionamiento preciso, la falta de potencia, consumo de energía en reposo, mantenimiento, capacidad de carga, costo, complejidad de control y sobre dimensionamiento hacen que el motor paso a paso sea la opción adecuada para garantizar

un funcionamiento preciso, eficiente y confiable para la máquina de empaquetado de botellas.

-Cálculos del torque requerido por el motor para desplazar la banda

Los siguientes datos son recopilados de [8], tesis original de la máquina y las especificaciones de la banda en la tabla 6, donde se tiene la siguiente información:

- Velocidad de transportación: 2.56 m/min
- Largo de la banda: 2700 mm
- Peso por paquete: 5 kg
- Peso de la banda: 3,25 kg/m
- Peso total de la banda de acetal: 9 kg
- Factor de seguridad asumido: 3

Peso total = (peso por paquete * factor de seguridad) + peso total de la banda

$$PT = (5 \text{ kg} * 3) + 9 \text{ kg} = 24 \text{ kg} = 52.92 \text{ lb} \quad (2)$$

Para determinar la potencia en Hp, necesaria para desplazar este peso se requiere la siguiente información.

- PT= Peso en libras.
- V= velocidad en pies/minuto.
- RPM= Revoluciones permitidas por la banda anterior = 43.75 rpm.
- EF= Eficiencia del motor a pasos (aquí vamos a asumir un valor de 0.96), que representa una eficiencia del 96%.
- Constante de transformación para determinar los Hp 33000 [14].
- Constante de transformación para determinar el Torque 7120 [14].

Según [14], con la ecuación 3, se determinar la potencia del motor en hp.

$$Hp = \frac{(PT * V)}{33000 * EF} \quad (3)$$

$$Hp = \frac{(52.92 \text{ lb} * 8.40 \text{ pies/min})}{33000 * 0.96} = 0.014 \sim 0.015 \text{ Hp}$$

Para poder determinar el torque requerido se utiliza según [14], la ecuación 4.

$$T = \frac{(7120 * HP)}{RPM} \quad (4)$$

$$T = \frac{(7120 * 0.015 \text{ hp})}{43.75 \text{ rpm}} = 2.44 \text{ lb} \cdot \text{pie} \rightarrow 3.30 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\mathbf{T = 3.30 \text{ N} \cdot \text{m}}$$

-Selección del motor a pasos

El torque que deberá tener el motor a pasos deberá superar los 3.03 N·m calculados, por ello se selecciona el motor a pasos MP3-86H080 como se puede ver en la figura 23.



Figura 23: MP3-86H080-D12.7

Este motor a pasos puede ofrecer un torque máximo de 4.5 N·m siendo superior al requerido asegurando un correcto funcionamiento para el desplazamiento de la banda transportadora, siendo el motor a pasos una gran alternativa para cambiar el viejo motor trifásico de la figura 4, sobredimensionado y todo el sistema de poleas de la figura 3, dado que un motor a pasos ofrece control y precisión al desplazamiento de la banda, siendo este conectado directamente sobre el eje de la banda.

A continuación, se detallan las especificaciones técnicas del motor a paso en la siguiente tabla 7.

Tabla 7: Especificaciones técnicas del motor a pasos [15].

Modelo	MP3-86T080
Torque	4.5 N*m
Corriente de Fase	6 amperios
Diámetro del eje del motor	12.7 mm
Ángulo de paso	1.8 (°)
Número de hilos	4 hilos
Número de polos	2
Longitud	86 mm

-Driver controlador del motor a pasos ST-M4505

El driver seleccionado es uno de los disponibles en el laboratorio, cumpliendo la mayoría de las prestaciones del motor a pasos MP3-86H080, se seleccionó específicamente el dispositivo ST-M5045, figura 24.

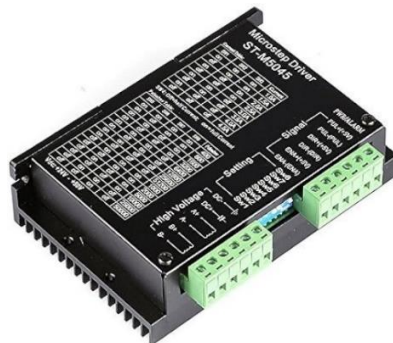


Figura 24.- Driver controlador motor a pasos ST-M5045.

Cuenta con las siguientes características de la tabla 8.

Tabla 8.- Características Driver ST-M5045.

Alimentación	DC 24V-50V
Corriente de salida	1 a 4.5 Amperios

Puede de realizar micro pasos	Si
Protección contra	Cortocircuitos, sobrecalentamientos, sobretensión, sobrevoltaje
Frecuencia máxima de pulsos de entrada	300KHZ
Peso	280g
Temperatura de trabajo	15-40 °C
Humedad de trabajo	<90%

En la figura 25, se muestra el diagrama de conexiones del driver ST-M5045 con un controlador lógico programable para controlar un motor a pasos, en el cual se puede visualizar las conexiones la fuente de alimentación DC y la conexiones respectiva de las bobinas del motor y también las conexiones de entrada de señal del driver:

- **PUL:** frecuencia de reloj proveniente del microcontrolador que establece la velocidad de giro del motor.
- **DIR:** establece la dirección de giro del motor (+5V hacia un lado, 0V en reversa).
- **ENA:** habilitación del motor (+5V alimenta el motor, 0V no lo alimenta y queda libre).

Typical Connection

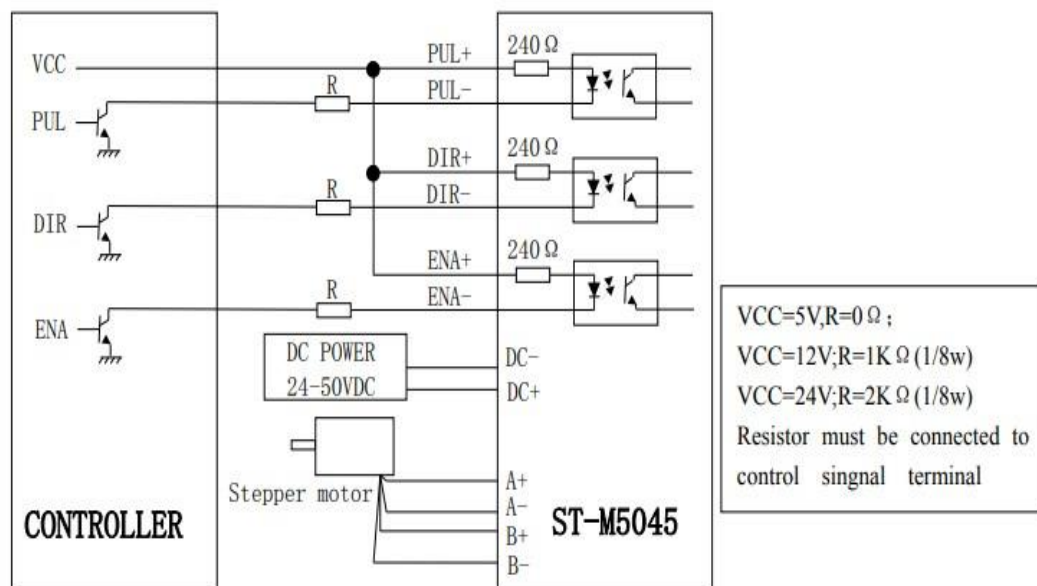


Figura 25.- Conexión de un microcontrolador con el ST-M5045.

-Parámetros de control del motor a pasos

El driver del motor a pasos trabaja a micro pasos como se puede ver en el anexo C3, acorde a la información del manual posee dos sistema de medida el internacional y el inglés de los cuales se puede generar diferentes ángulos de trabajo. Como se puede ver en la tabla 9.

Tabla 9.- Grados de trabajo de los micro pasos del driver ST-M5045.

Sistema internacional	
Micro pasos	Grados
2	0.90
4	0.45
8	0.225
16	0.112
32	0.056
64	0.028
128	0.014
256	0.007
Sistema Ingles	
8	0.36
10	0.18
25	0.072
50	0.036
125	0.014
250	0.067

Según [16], la frecuencia mínima de trabajo de un motor a pasos es de 1800Hz, por otro lado, la frecuencia máxima permitida por la salida tipo transistor 'Y0' del plc es de 5000Hz conformé al anexo C2.

Con estos datos se controla la señal periódica del tren de pulsos generada por el plc como se puede ver en la figura 26, a tres diferentes frecuencia que son de 1800Hz, 3000Hz y 5000Hz.

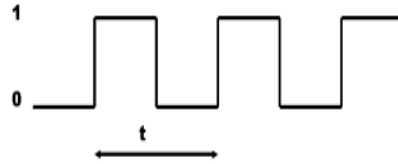


Figura 26.- Tren de pulsos.

Conociendo la frecuencia se determina el periodo para las tres frecuencias de trabajo establecidas con la ecuación 5.

$$T = \frac{1}{f} \quad (5)$$

$$T_{1800Hz} = 0.55ms$$

$$T_{3000Hz} = 0.33ms$$

$$T_{5000Hz} = 0.2ms$$

Una vez determinado el periodo de trabajo podemos determinar el ciclo de trabajo del motor a pasos con la ecuación 6.

$$\text{Ciclo de trabajo} = \frac{t\omega}{T} \times 100\% \quad (6)$$

Donde:

$$t\omega = \frac{T}{\text{N}^\circ \text{ de mircro pasos}}$$

Teniendo como resultado los siguientes ciclos de trabajo de la tabla 10.

Tabla 10.- Ciclos de trabajos del motor a pasos.

Micro pasos	Ciclo de trabajo
2	50%
4	25%

8	12.5%
16	6.25%
32	3.125%
64	1.562%
128	0.781%
256	0.390%
5	20%
10	10%
25	4%
50	2%
125	0.8%
250	0.4%

-Transformador para motor a pasos

Para poder alimentar el motor a pasos se requiere de un voltaje de entrada en el rango de 24V a 50V con una intensidad de corriente de máximo 4.5A necesaria para el driver ST-M5045.

Por ello se parte del suministro eléctrico del laboratorio donde las tensión de salida es de 110VAC. Para poder convertir el voltaje AC en DC se dispone de diferentes tipos de convertidores y entre los más comunes existen los lineales y los conmutados, por otro lado, se debe tener en cuenta la intensidad de corriente requerida.

Teniendo esto en cuenta se selecciona una fuente del laboratorio como se puede ver en la figura 27, dispone de las siguientes características de la tabla 11.



Figura 27.- Fuente DC de 24V a 5A.

Tabla 11.- Características de la fuente seleccionada.

Voltaje de entrada	110VAC a 220VAC 50-60 HZ
Voltaje de salida	24 VDC
Corriente de salida	5A
Número de salidas	4

2.4.2 Sistema de empuje

2.4.2.1 Diagrama neumático

En la figura 45, se puede visualizar el esquema de conexiones neumáticas.

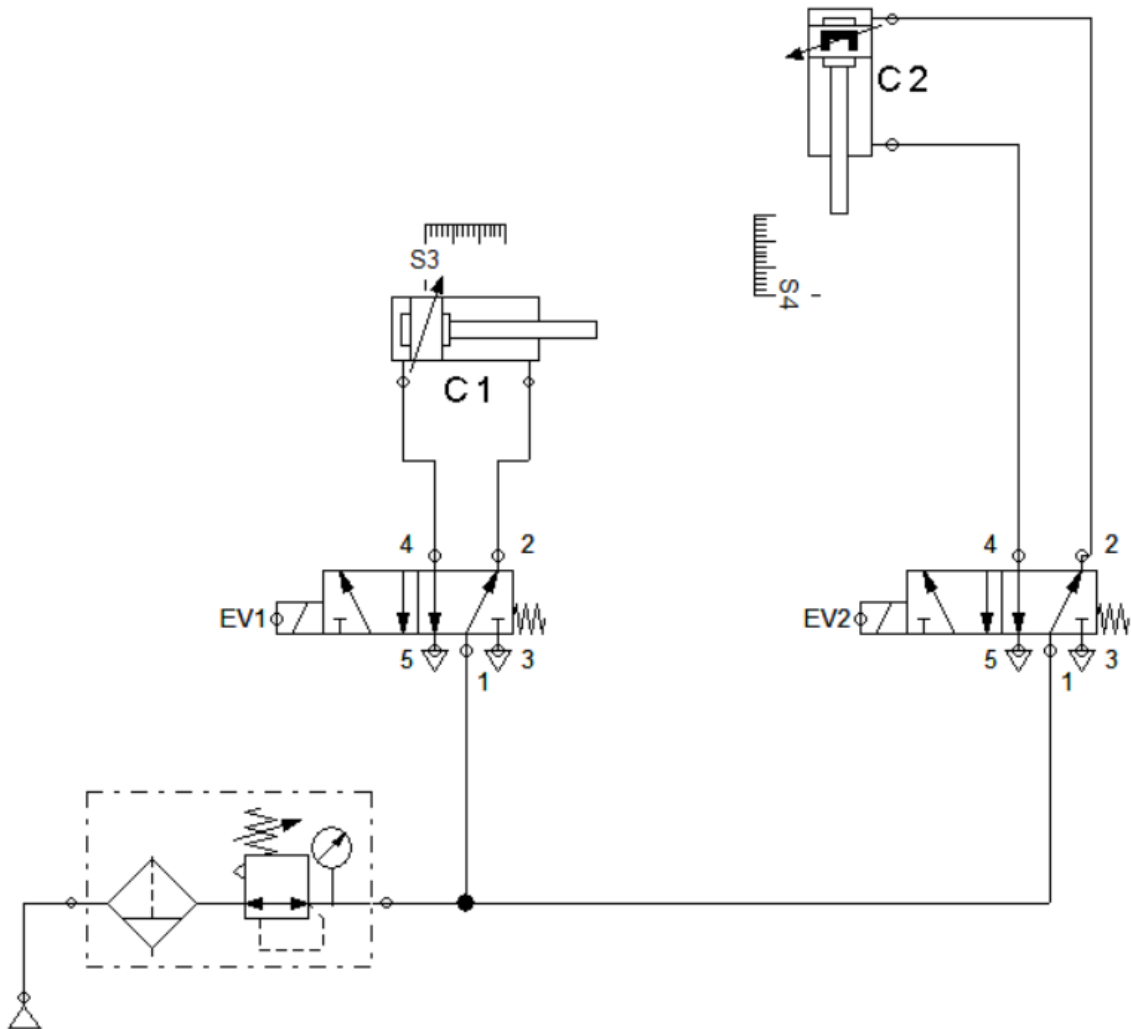


Figura 28.- Diagrama neumático.

2.4.2.2 Estructura y guías de desplazamiento

Para mejorar el sistema de empuje de entrada de las botellas se cambió una estructura de acero y guías alineadas con el desplazamiento del vástago, como se puede ver en la figura 28.

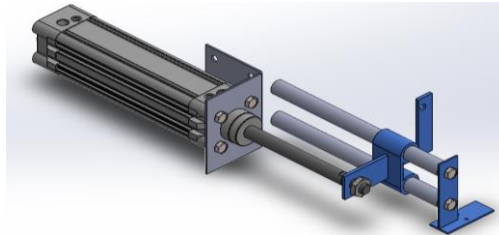


Figura 29.- Sistema de empuje.

Este nuevo mecanismo consta de una estructura empernada que se desliza conjunto con el desplazamiento del vástago a través de las guías, como se puede ver en la figura 29. El cual permite empujar los paquetes previamente conformados hasta la zona de sellado y corte.

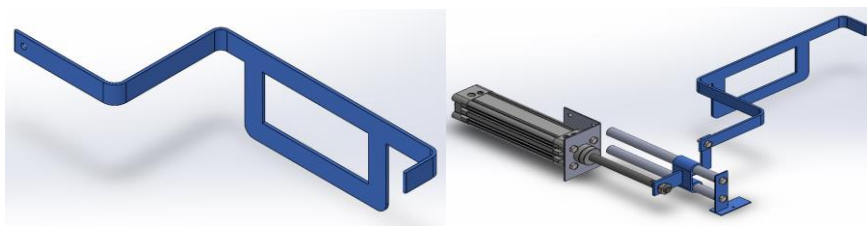


Figura 30.- Estructura metálica de desplazamiento.

La implementación de este elemento mecánico mejora tanto de manera estética el sistema de empuje y también en gran medida su funcionamiento eliminando las fallas de desplazamiento de los paquetes debido a la falta de fijación de las guías anteriores.

-Sensores magnéticos

La máquina actualmente no cuenta con sensores que permitan saber el posicionamiento de los cilindros neumáticos, por ello se adquirió sensores magnéticos STNC CS1-M como final de carrera en los cilindros de doble efecto neumáticos. En la figura 30 se puede ver el modelo del sensor.

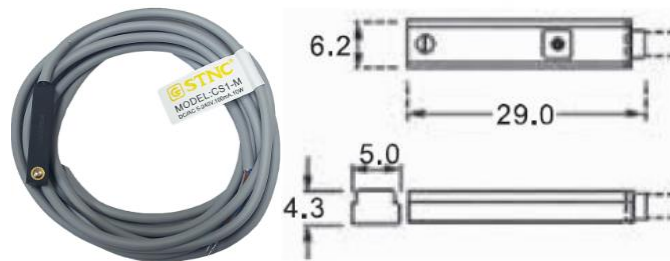


Figura 31: Sensor Magnético STNC CSI-M.

En la tabla 12, se detallan sus especificaciones.

Tabla 12: Especificaciones del sensor magnético.

Marca	STNC
Modelo	CSI-M
Voltaje	5-240 AC/DC
Tiempo de respuesta	0.3 ms
Salida	NPN (2 hilos)
Indicador	Led rojo
Longitud del cable	1 metro

Se seleccionó este tipo de sensores en comparación con otros por las siguientes justificaciones:

-Fiabilidad y precisión: Los sensores magnéticos son conocidos por su alta confiabilidad y precisión en la detección de posiciones. Estos sensores utilizan campos magnéticos para detectar la presencia o ausencia de un objeto metálico, lo que garantiza mediciones consistentes y confiables. [17]

-Sin contacto físico: Funcionan sin necesidad de contacto físico directo con el objeto detectado, esto es particularmente beneficioso en los cilindros neumáticos, donde no se desea una fricción adicional o un desgaste prematuro debido al contacto mecánico. Al no haber contacto físico, se minimiza la posibilidad de desgaste y aumenta la vida útil del sensor. [17]

-Ambiente adversos: Son altamente resistentes y pueden funcionar de manera expuesta a condiciones adversas, como polvo, suciedad, humedad o temperaturas extremas, además, al no requerir contacto físico, los sensores magnéticos evitan la acumulación de suciedad o partículas que podrían afectar su funcionamiento. [17]

-Facilidad de instalación: Son fáciles de instalar y configurar en los cilindros neumáticos. Por lo general, se pueden montar directamente en la carcasa del cilindro esto simplifica el proceso de instalación y permite ajustar su posicionamiento en cualquier parte de su recorrido. [17]

En resumen, los sensores magnéticos ofrecen ventajas sobre otros tipos de sensores al utilizarse como finales de carrera debido a su capacidad de detección sin contacto, alta precisión, resistencia a condiciones adversas y facilidad de instalación los convierten en una elección recomendable para garantizar un control preciso y confiable del movimiento de los cilindros.

-Bobinas solenoides

Las electroválvulas actuales funcionan con bobinas solenoides a un voltaje muy elevado acorde a la tabla 5, por ello se remplazaron por bobinas solenoides a un voltaje de 110 voltios de corriente alterna como se puede ver en la figura 31.



Figura 32: Solenoide AMISCO 110VAC.

En la tabla 13, se encuentran las especificaciones de la bobina solenoide.

Tabla 13: Especificaciones bobina solenoide 110VAC.

Modelo	EVI 7/9
Marca	AMISCO
Voltaje	110 VAC, 5VA

Tolerancia del voltaje	$\pm 10\%$
Ciclo de trabajo	100%
Clase de la protección	IP 65

Se remplazaron las bobinas solenoides por las siguientes razones:

-Disponibilidad y compatibilidad: En el laboratorio, la máquina está situada en una ubicación donde la conexión más cercana que dispone es de 110 voltios, por ello todo el circuito de control esta realizado a este voltaje, lo que permite la compatibilidad con los componentes y dispositivos electrónicos que funcionan con una fuente de alimentación de 110 voltios, lo que simplifica la integración de las bobinas solenoides en el sistema de control eléctrico.

-Facilidad de protección contra sobretensiones: Al ser bobinas solenoides de 110V es más fácil ubicar elementos de protección, que proporcionen resistencia a las fluctuaciones de voltaje y a las sobretensiones, además de que los dispositivos de supresión de picos son más comunes y accesibles para este voltajes, esto ayuda a garantizar la protección del sistema en caso de variaciones en la calidad del suministro eléctrico. [17]

2.4.3 Sistema de sellado y corte

2.4.3.1 Estructura metálica

Para la estructura se soldaron dos perfiles en C, mejorando su rigidez y corrigiendo el deslizamiento desnivelado del cilindro de doble efecto ubicado en esta zona, como se puede ver en la figura 32.

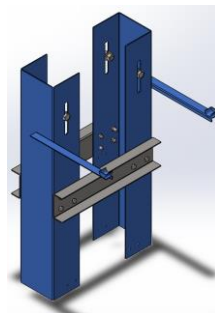


Figura 33.- Estructura metálica de sellado y corte.

El cilindro neumático se colocó sobre un perfil en C, en el cual se puede regular su altura por medio de un ranurado realizado en la estructura, como se puede ver en la figura 33.

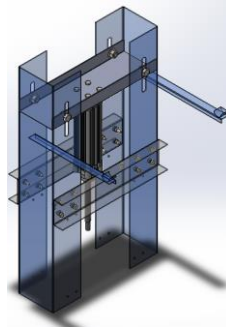


Figura 34.- Ubicación y fijación del cilindro de sellado y corte.

Para mejorar el desplazamiento de la mordaza de sellado y corte, se implementó guías laterales como se puede ver en la figura 34.

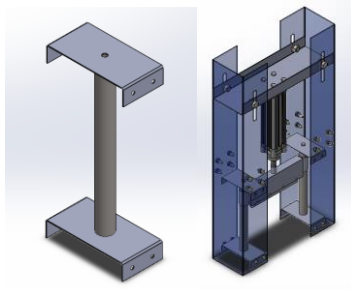


Figura 35.- Guías de laterales de desplazamiento de la mordaza.

La mordaza se desliza a través de las guías de acero de inoxidable por medio de bocines de bronce ubicados en los laterales de su estructura, como se puede ver en la figura 35, por otra parte, la niquelina de sellado y corte se colocó en un acople de nylon el cual ira fijado con pernos en la estructura de la mordaza, además dispone de un recubrimiento de teflón térmico proporcionando alta resistencia contra temperaturas elevadas y evitando que el film plástico quede pegado.

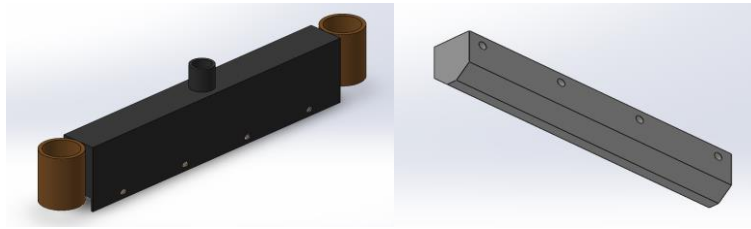


Figura 36.- Mordaza y acoplé de nylon para la niquelina.

-Transformador para la niquelina

Debido a las dimensiones de la niquelina no es posible trabajar directamente a 110V ya que a este voltaje la niquelina queda completamente quemada, por ello y según su tabla 9, de características se utilizará un transformador de 110VCA a 24VCA a 3 amperios, como se puede ver en la figura 36.



Figura 37.- Transformador de 110VAC a 24VAC a 3A.

Al utilizar este transformador se proporciona la tensión necesaria y garantiza que la niquelina opere dentro de los límites de voltaje requeridos para su funcionamiento eficiente y seguro. En siguiente tabla 14, se detallan sus especificaciones técnicas.

Tabla 14.- Especificaciones del transformador seleccionado.

Voltaje de entrada	110 a 120VAC
Voltaje de salida	24 VAC
Potencia máxima	3 amperios
Numero de devanados internos	2

2.4.3.2 Mecanismo de fijación y frenado para el film plástico

Para mantener el film plástico tensado después de realizar un empaquetado, se tiene un freno el cual se ubica a lado del tubo del rollo de plástico, este freno consta de una

estructura en (S), un perno hexagonal rodeado de un resorte el cual regula su rigidez por medio de una contratuerca, haciendo que una arandela de nylon ejerza presión sobre el tubo del rollo plástico, evitando un desenrolló excesivo durante cada ciclo de trabajo, como se puede ver en la figura 37.

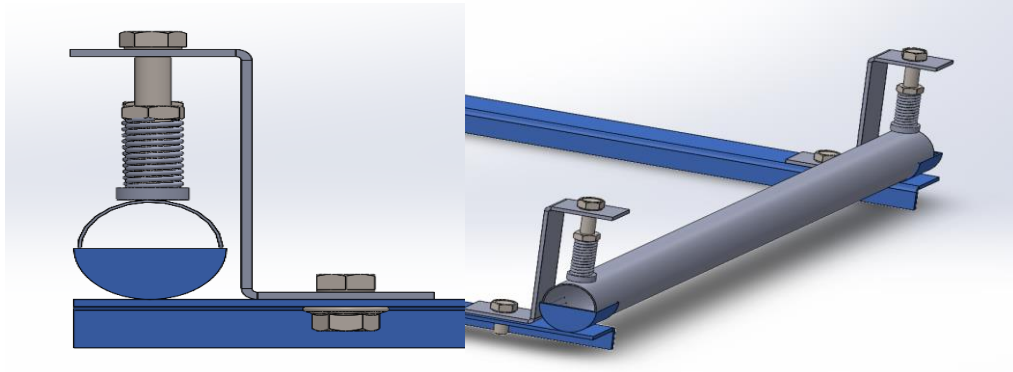


Figura 38.- Freno antideslizante del film plástico.

También se agregó dos tapas de nylon cónicas, que permiten centrar y fijar el rollo de plástico, por medio de dos prisioneros los cuales se fijan al eje del tubo, como se puede ver en la figura 38.

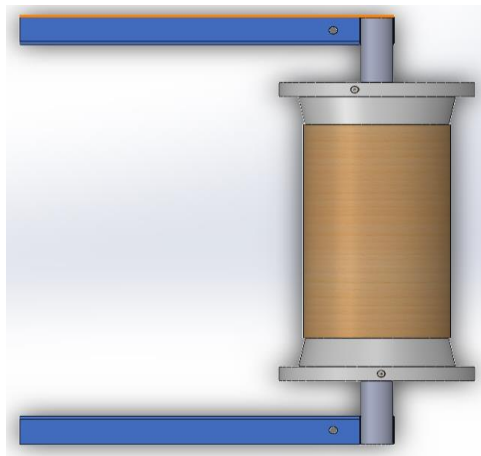


Figura 39.- Rodillos cónicos de nylon.

La implementación de este nuevo mecanismo de fijación y frenado permite mantener tensado y fijo de mejor manera el film plástico termoretráctil sobre los rodillos superior e inferior.

2.4.4 Sistema de control

El sistema control que se utiliza se compone de dos lazos abierto que constan de las siguientes partes como se puede ver en la figura 39 y 40.

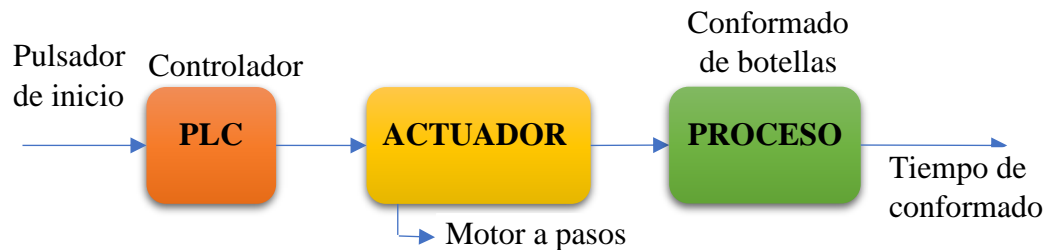


Figura 40.- Primer lazo abierto de conformado.

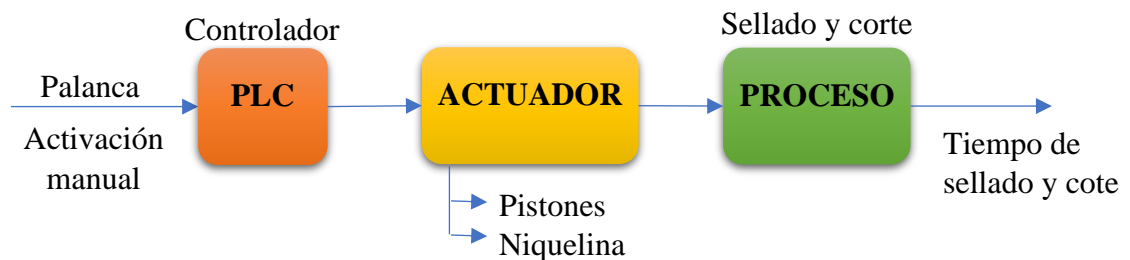


Figura 41.- Segundo lazo abierto de sellado y corte.

2.4.4.1 Descripción del proceso

-Primer lazo abierto

Una vez presionado el pulsador de inicio se activa la banda transportadora por medio del motor a pasos el cual trabaja a micro pasos de entre 0.007 y 1.8 grados por cada pulso enviado por el controlador hasta agrupar las botellas en la zona de conformado de paquetes donde el operario deberá estar pendiente para activar el segundo lazo.

-Segundo lazo abierto

Mediante una palanca la cual el operador acciona, una vez verifica que el paquete este conformado, inicia el proceso de sellado y corte activando el pistón que empuja los paquetes contra el film plástico termoretráctil envolviendo los paquetes por medio de 2 rodillos fijos situados en la parte superior e inferior de la máquina terminada la expansión del pistón, se acciona el segundo pistón el cual finaliza el enfardado manteniendo el

vástago expandido se activa la niquelina encargada de sellar y cortan el plástico en un tiempo determinado finalizando el proceso.

2.4.4.2 Variables físicas

A continuación, se detallan las variables utilizadas en el proceso en la tabla 15.

Tabla 15.- Variables físicas.

PLC	
Variables de entrada	Variable de salida
Paro	Tren de pulsos
Pulsador de inicio	Electroválvula 1
Sensores magnéticos 1	Electroválvula 2
Sensores magnéticos 2	Transformador
Sensor mecánico	Encendido del proceso
Driver ST-5045M	
Variables de entrada	Variable de salida
Pulsos +(5V)	Bobina A+
	Bobina A-
Pulso -	Bobina B+
	Bobina B-

2.4.4.3 PLC (Controlador Lógico Programable)

El PLC es un elemento esencial el cual permite controlar la información recibida de sus entradas y salidas para realizar procesos de automatización, por ello se seleccionó el siguiente modelo de la figura 41, acorde a las necesidades del proceso de empaquetado.

[3]



Figura 42.- Plc RENU modelo FL010 [18].

El plc es de la marca RENU y dispone de un total de 8 entradas y 8 salidas optoacopladas, de las cuales 2 son de tipo transistor necesarias para generar los pasos y el resto tipo relé adecuadas para el control del proceso de empaquetado, para la comunicación se tiene un adaptador USB tipo B [18].

Las especificaciones del plc seleccionado se detallan en el anexo C1.

-Diagrama de conexión del PLC

En la siguiente figura 42, se muestra el diagrama de conexiones de todos los elementos conectados al plc y al driver en las entradas y salidas.

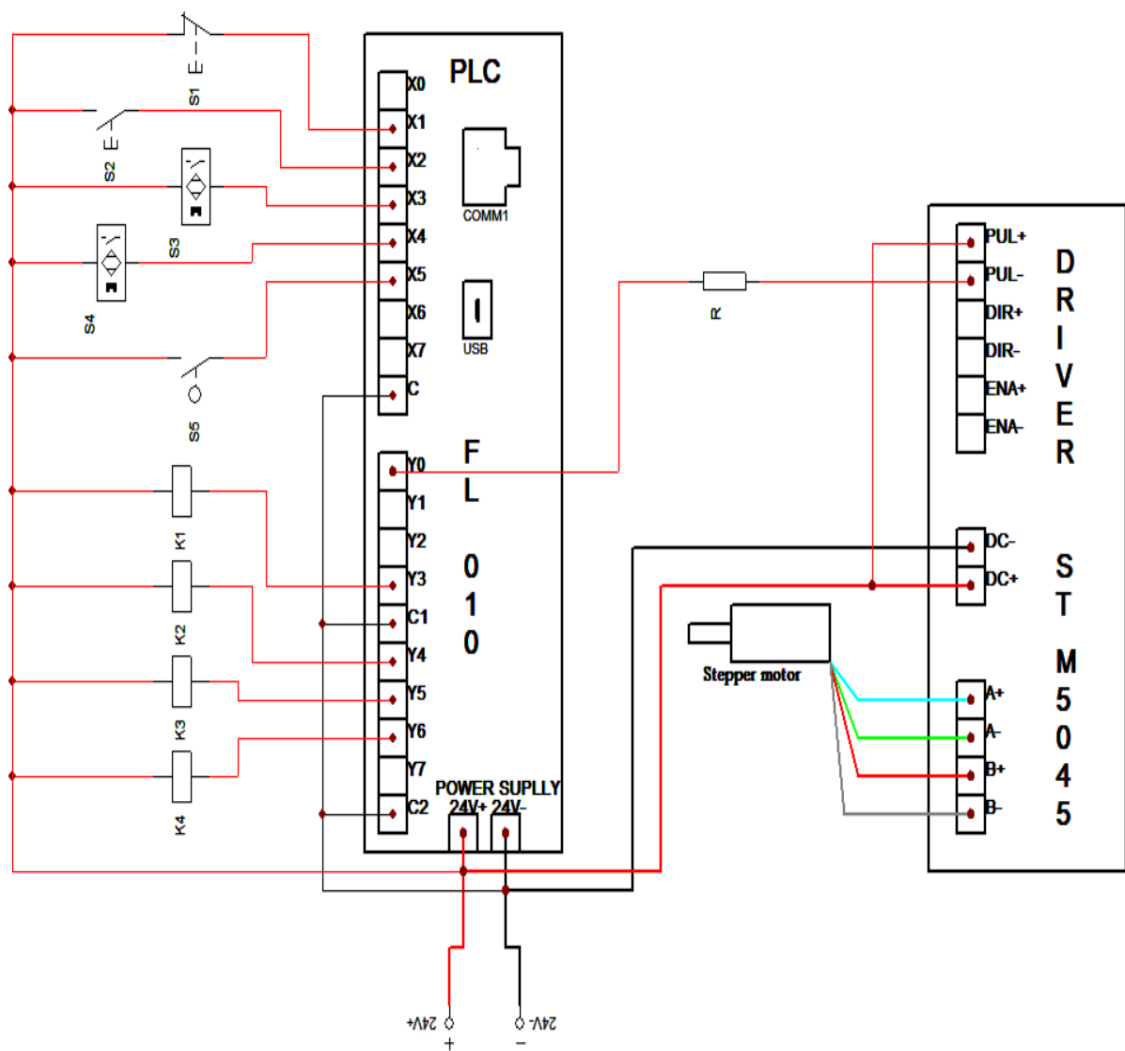


Figura 43.- Circuito de control.

En la siguiente tabla 16, se describe la nomenclatura para identificar cada una de las variables de entrada y salida del PLC.

Tabla 16.- identificación de variables de entrada y salida del plc.

Variables de entrada		
Denominación	Descripción	Bit de entrada
S1	Paro	X1
S2	Marcha	X2
S3	Sensor magnético contraído C1	X3
S4	Sensor magnético extendido C2	X4
S5	Sensor mecánico de la estructura de empuje	X5
Variables de salida		
Denominación	Descripción	Bit de salida
PUL-	Tren de pulsos PWM	Y0
K1	Réle de encendido del proceso	Y3
K2	Relé de electroválvula 1	Y4
K3	Relé de electroválvula 2	Y5
K4	Relé activación transformador niquelina	Y6

-Diagrama del circuito de potencia

El diagrama de las conexiones de los componentes físicos realizadas en el tablero de control se representan en la siguiente figura 43.

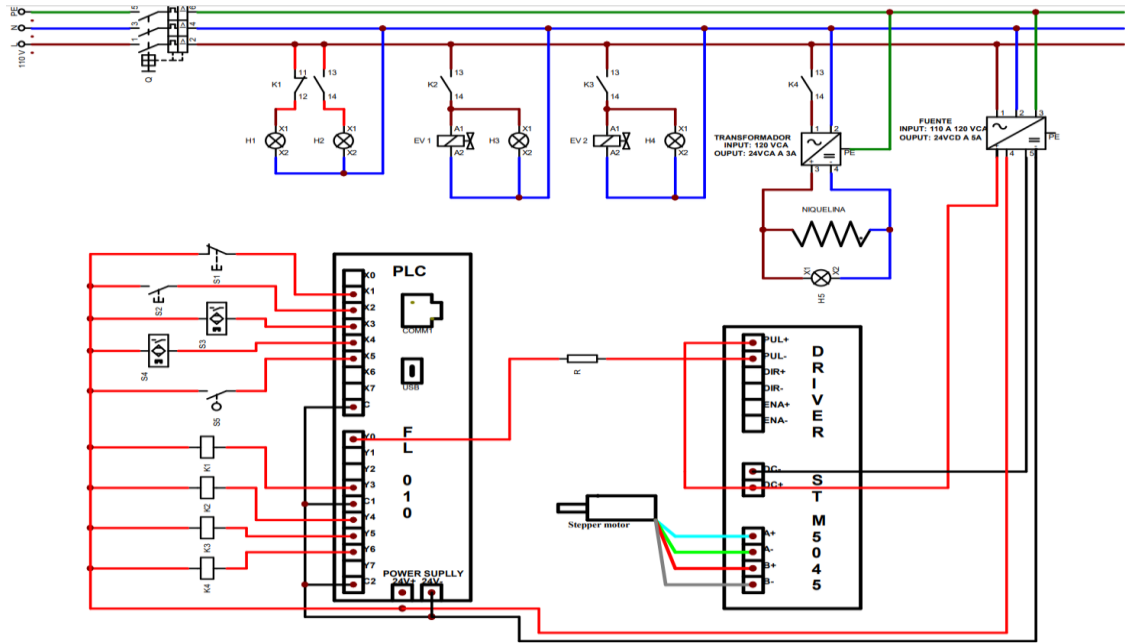


Figura 44.- Circuito de control y Potencia.

En la siguiente tabla 17, se describe la nomenclatura para identificar cada uno de los elementos del diagrama de potencia.

Tabla 17.- identificación de variables de potencia.

Variables de potencia	
Denominación	Descripción
EV1	Electroválvula 1
EV2	Electroválvula 2
NIQUELINA	Encendido niquelinas
H1	Luz piloto de proceso apagado
H2	Luz piloto de proceso encendido
H3	Luz piloto de pistón 1
H4	Luz piloto de pistón 2
H5	Luz piloto de niquelinas

-Diagrama graficet del proceso

Para la elaboración del programa de automatización, se desarrolló el siguiente diagrama graficet de la figura 43.

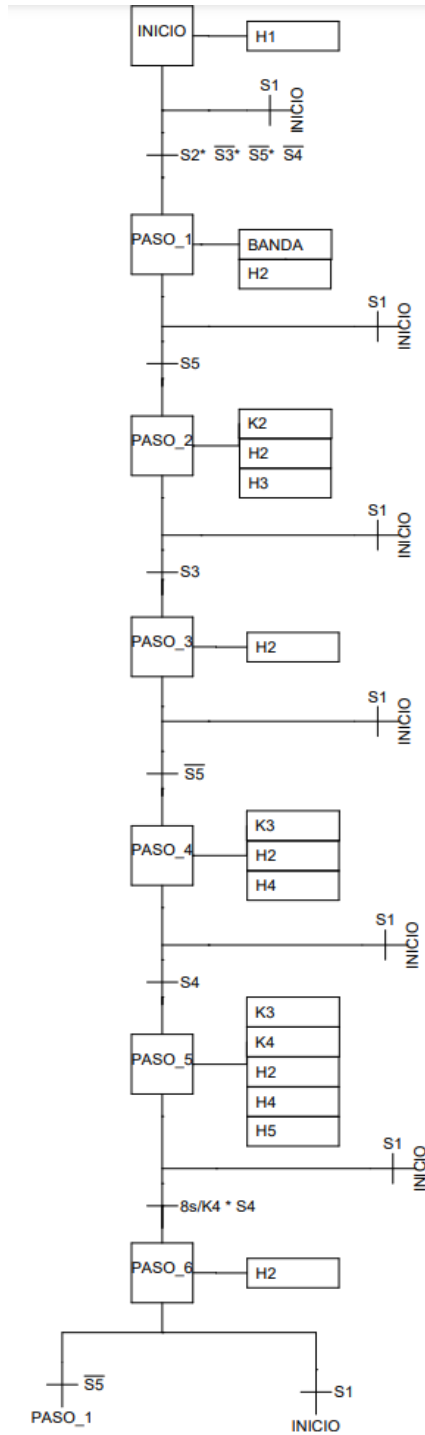


Figura 45.- Lógica de funcionamiento.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1 Resultados

Los tres diagramas de conexión de control, eléctrico y neumático (figura 43,44,45) se unen. El sistema del panel de control se conecta mediante cableado eléctrico conectando las electroválvulas y todo los elementos de control e indicadores de estado luminoso, cabe resaltar que la alimentación principal del tablero es a 110V.

El sistema neumático permanece conectado a la toma de aire disponible del laboratorio hacia la unidad de mantenimiento FLR, la cual se encarga de filtrar, lubricar y regular el paso de aire hacia los actuadores neumáticos. También se dispone de un indicador de presión para verificar que la presión de trabajo sea la adecuada para el proceso esta presión debe estar establecida a 2 bares (figura 46), según [8].



Figura 46.- Regulador de presión.

Previo a dar inicio al proceso, se debe verificar que la banda se encuentre despejada y la palanca de empuje alzada como se puede ver en la figura 47, seguidamente se energiza el sistema eléctrico por medio del breke (figura 48). Después se verifica las conexiones de las mangueras y cableado eléctrico para poder dar inicio.



Figura 47.- Estado inicial de la máquina.



Figura 48.- Breke de paso de corriente.

Se acciona el sistema por medio del pulsador de 'Marcha', luego se colocan las botellas sobre las guías que se encuentran en la parte inicial de la banda como se puede ver en la figura 49. Para iniciar el conformado del paquete envuelto en plástico termoencogible las botellas deben llegar hasta el film plástico (figura 50), el cual se realiza mediante el accionado de manera secuenciada de todos los actuadores, al finalizar un ciclo de trabajo no es necesario pulsar el botón de 'Marcha', basta con levantar la estructura de empuje de botellas para iniciar nuevamente el proceso. También se comprobó el funcionamiento el

botón de 'Paro' el cual una vez presionado finaliza todo el proceso, desactivando todos los actuadores. El proceso finaliza cuando el paquete queda completamente cubierto y sellado del film plástico el cual se verifica visualmente (figura 51).



Figura 49.- Ubicación de las botellas sobre la banda.



Figura 50.- Ubicación de botellas previo a ser envueltas en plástico.

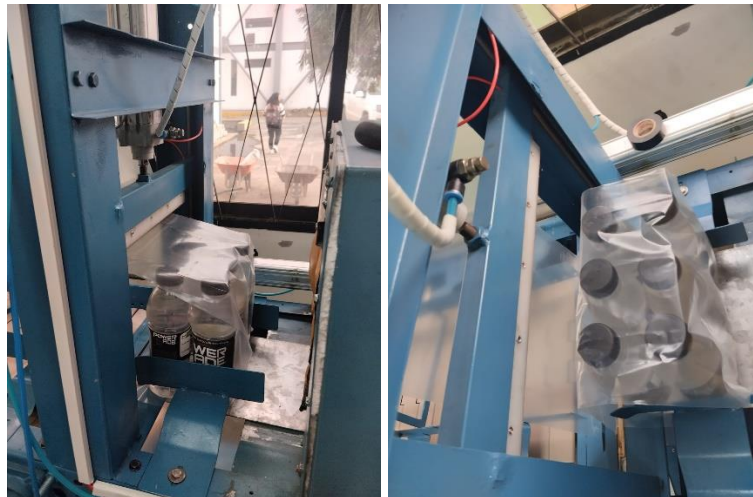




Figura 51.- Proceso de sellado y corte completado.

3.2 Pruebas de funcionamiento

Para esta prueba se usaron las frecuencias establecidas que a 1800Hz, 3000Hz y 5000Hz y los micro pasos seleccionados corresponden a los del sistema ingles de la tabla 9.



-Prueba de micro pasos del motor a 1800HZ

Tabla 18.- Prueba del motor a pasos con una frecuencia de 1800Hz.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA					
Prueba con frecuencia de 1800Hz					
Lugar: Laboratorio de control y automatización					
Encargado: Jordy K. Guayanay		Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay		Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Micro pasos	Agrupación de 6 botellas[s]	# de botellas máx sobre la banda	Ciclo de trabajo [%]	Observaciones
1	16	7.2	12	6.25	-Desplazamiento brusco e inestable. -Genera mucho ruido. -Hace caer las botellas.
2		6.54			
3		7			
4		6.41			
5	32	12.70	15	3.125	Desplazamiento suave y estable.
6		12.91			
7		12.74			
8		12.68			
9	64	25.10	18	1.562	-Desplazamiento lento de la banda.
10		25.35			
11		25.30			
12		25.27			
13	128	48.67	19	0.781	-Desplazamiento muy lento de la banda.
14		48.55			
15		48.85			
16		48.79			
17	256	95.5	18	0.390	-Desplazamiento extremadamente lento de la banda.
18		96.3			
19		96.10			
20		96.88			
Observaciones: Los micro pasos de 2, 4 y 8 no se tomaron a cuenta en la tabla debido a que no movían la banda por que el tiempo para generar el par motor era muy corto.					

-Prueba de micro pasos del motor a 3000HZ



Tabla 19.- Prueba del motor a pasos con una frecuencia de 3000Hz.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA			
Prueba con frecuencia de 3000Hz					
Lugar: Laboratorio de control y automatización					
Encargado: Jordy K. Guayanay			Revisión. 01		
Elaborado por: Jordy K. Guayanay			Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo		
#	Micro pasos	Agrupación de 6 botellas[s]	# de botellas máx sobre la banda	Ciclo de trabajo [%]	Observaciones
1	16	5	9	6.25	-Desplazamiento brusco e inestable. -Genera mucho ruido. -Hace caer las botellas.
2		4.87			
3		4.48			
4		4.95			
5	32	7.04	12	3.125	-Desplazamiento suave y estable.
6		7.06			
7		7.15			
8		7.20			
9	64	14.13	15	1.562	-Desplazamiento suave y estable.
10		14.47			
11		14.56			
12		15			
13	128	28.71	18	0.781	-Desplazamiento muy lento de la banda.
14		28.69			
15		29			
16		29.07			
17	256	57.18	16	0.390	-Desplazamiento extremadamente lento de la banda.
18		57.33			
19		56.93			
20		58			

Observaciones: Los micro pasos de 2, 4, 8 y 16 no se tomaron a cuenta en la tabla debido a que no movían la banda por que el tiempo para generar el par motor era muy corto.

-Prueba de micro pasos del motor a 5000HZ

Tabla 20.- -Prueba de micro pasos del motor a 5000HZ

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA				
Prueba con frecuencia de 5000Hz						
Lugar: Laboratorio de control y automatización						
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01		
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo		
#	Micro pasos	Agrupación de 6 botellas[s]	# de botellas máx sobre la banda	Ciclo de trabajo [%]	Observaciones	
1	32	5.0.8	9	3.125	-Desplazamiento brusco e inestable. -Genera mucho ruido. -Hace caer las botellas.	
2		5.11				
3		5.49				
4		5.51				
5	64	8.03	9	1.562	-Desplazamiento suave y estable.	
6		7.92				
7		8.33				
8		8.55				
9	128	16.89	17	0.781	-Desplazamiento lento de la banda.	
10		16.56				
11		18				
12		17.21				
13	256	34.37	15	0.390	-Desplazamiento muy lento de la banda.	
14		35.63				
15		34.88				
16		35.78				
Observaciones: Los micro pasos de 2, 4, 8 y 16 no se tomaron a cuenta en la tabla debido a que no movían la banda por que el tiempo para generar el par motor era muy corto.						

Se tiene como resultado la siguiente tabla 21, con los rangos en base a la configuración de micro pasos y frecuencias que generaron mejores resultados de funcionamiento para la máquina.

Tabla 21.- Rangos de velocidad para el motor a pasos.

Frecuencias	Micro pasos	Ciclo de trabajo
1800Hz	32	3.125 %
3000Hz	32	3.125 %
3000Hz	64	1.562 %
5000Hz	64	1.562 %

-Prueba velocidad de avance del cilindro de empuje.

Para esta prueba se tiene una presión de entrada de 2 bares, para determinar qué grado de apertura en el avance del cilindro es mejor. Se hicieron pruebas a 25,50,75 y 100 por ciento.

Tabla 22.- Prueba de velocidad de avance del cilindro de empuje.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA				
Prueba de velocidad de avance del cilindro de empuje						
Lugar: Laboratorio de control y automatización						
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01		
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo		
#	Apertura	Tiempo de avance [s]	Tiempo de retroceso [s]	Tiempo total[s]	Llega a la zona de sellado y corte	
1	25 %	6	2	8	No	
2		6.4	1.9	8.3	No	
3		6.32	1.98	8.3	No	
4		6.5	1.95	8.45	No	
5		7	1.7	8.7	No	
6	50%	2	1.75	3.75	Si	
7		1.98	1.15	3.13	No	
8		1.80	1.68	3.48	Si	
9		1.90	1.75	3.65	No	
10		1.75	1.4	3.15	Si	
11	75%	1.68	0.92	2.60	Si	
12		1.75	1.05	2.80	Si	
13		1.72	0.95	2.67	Si	
14		1.77	0.91	2.68	Si	
15		1.70	0.90	2.60	Si	
16	100%	1,50	0.88	2.38	Si	
17		1,15	0.78	1.93	Si	
18		1.20	0.85	2.05	Si	
19		1,15	0.76	1.91	Si	
20		1,12	0.86	1.98	Si	
Observaciones: Para generar la fuerza de empuje necesaria, la apertura más adecuada es de 100%, teniendo tiempos más cortos que a 75% dando el mismo resultado.						

-Pruebas de tiempo de sellado y corte

Para esta prueba se tiene dos plásticos termoencogible de 30 micras y 50 micras con una fuente de 24VCC a 3A para activar la niquelina.

Tabla 23.- Prueba de sellado y corte de la niquelina.



<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p> <p>CARRERA DE MECÁNICA</p> </div>  </div>						
Prueba de tiempo de sellado y corte						
Lugar: Laboratorio de control y automatización						
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01		
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo		
#	Espesor del plástico	Sellado[s]	Corte[s]	Tiempo total[s]	Calidad del sellado	Calidad de corte
1	30 micras	1	3	4	No sella	No corta
2		1.5	4	5.5	Poco	Poco
3		2	5	8	Medio	Medio
4		3	5.3	8.3	Excelente	Excelente
5		3	5.5	8.5	Excelente	Excelente
6	50 micras	2	8	10	No sella	No corta
7		3	9	12	Poco	Poco
8		3.5	10	13.5	Medio	Medio
9		4	10,5	14.5	Medio	Medio
10		5	11	16	Excelente	Excelente
<p>Observaciones: Para un plástico termosensible de 30 micras el tiempo adecuado de sellado es de 3 segundos y para corte de 5.5 segundos para un plástico termosensible de 50 micras el tiempo adecuado de sellado es de 5 segundos y para corte de 11 segundos.</p>						

3.3 Pruebas producción

-Prueba de la máquina sin repotenciar

La siguiente información mostrada es únicamente de los tiempos que la máquina realizaba desde la agrupación de las botellas hasta el sellado y corte del enfardado, que hasta donde se planteó el alcance de la repotenciación de la máquina.

Tabla 24.- Pruebas de producción de la máquina sin repotenciar.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA		
		Prueba de producción		
Lugar: Laboratorio de control y automatización				
Encargado: Fabricio Jácome			Revisión. 01	
Elaborado por: Fabricio Jácome			Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo	
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Corte		Tiempo total [s]
		Enfardado/cilindro de sellado/sellado y corte		
1	15	15		30.55
2	14	15		21.28
3	13	15		21.37
4	15	15		21.32
5	14	15		21.34

-Pruebas con una frecuencia de 1800Hz y 32 micro pasos




Para las pruebas de producción se usó los mejores resultados obtenidos de las pruebas de funcionamiento.

Tabla 25.- Prueba de la máquina repotenciada a 1800Hz y 32 micro pasos.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA 							
Prueba a 1800Hz y 32 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	12,87	3	6	3	5.5	3.125	30.37
2	3.58	3.26	6	3	5.5		21.34
3	3.65	3.16	6	3	5.5		21.31
4	3.70	3.18	6	3	5.5		21.38
5	3.50	3.30	6	3	5.5		21.30
6	3.63	3.19	6	3	5.5		21.32
7	3.53	3.22	6	3	5.5		21.25
8	3.51	3.31	6	3	5.5		21.32
9	3.67	3.17	6	3	5.5		21.34
10	3.62	3.23	6	3	5.5		21.35
							
Observaciones: La primera agrupación de botellas demora más por que recorre una mayor distancia y las siguientes demoran menos porque mientras se realiza el sellado y corte la banda se activa nuevamente preagrupando en la palanca de empuje de las botellas teniendo una menor distancia que recorrer.							




-Pruebas con una frecuencia de 1800Hz y 64 micro pasos

Tabla 26.- Prueba de la máquina repotenciada a 1800Hz y 64 micro pasos.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA					
Prueba a 1800Hz y 64 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	25.08	3.11	6	3	5.5	1.562	42.69
2	8.78	3.09	6	3	5.5		26.37
3	9.03	3.12	6	3	5.5		26.65
4	8.90	3.10	6	3	5.5		26.50
5	11.29	3.13	6	3	5.5		28.92
6	9.91	3.08	6	3	5.5		27.49
7	10.78	3.11	6	3	5.5		28.39
8	10.53	3.11	6	3	5.5		28.14
9	10.91	3.15	6	3	5.5		28.56
10	9.66	3.05	6	3	5.5		27.21
							
Observaciones: Los tiempos para la agrupación de las botellas demoran más debido a que el ángulo de desplazamiento de las banda es muy corto de 0.02 grados requiriendo un total de 12800 pulsos/revolución.							




-Pruebas con una frecuencia de 1800Hz y 128 micro pasos

Tabla 27.- Prueba de la máquina repotenciada a 1800Hz y 128 micro pasos.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA							
Prueba a 1800Hz y 128 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	49.63	3.11	6	3	5.5	0.781	67.24
2	17.37	3.09	6	3	5.5		34.96
3	17.87	3.12	6	3	5.5		35.49
4	17.62	3.10	6	3	5.5		35.22
5	22.33	3.13	6	3	5.5		39.96
6	19.60	3.08	6	3	5.5		37.18
7	21.34	3.14	6	3	5.5		38.98
8	20.84	3.13	6	3	5.5		38.47
9	21.59	3.08	6	3	5.5		39.17
10	19.11	3.11	6	3	5.5		36.72
							
Observaciones: Los tiempos para la agrupación de las botellas demoran más debido a que el ángulo de desplazamiento de las banda es muy corto de 0.014 grados requiriendo un total de 25600 pulsos/revolución.							




-Pruebas con una frecuencia de 1800Hz y 256 micro pasos

Tabla 28.- Prueba de la máquina repotenciada a 1800Hz y 256 micro pasos.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA 							
Prueba a 1800Hz y 256 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	96.5	3.02	6	3	5.5	0.390	114.02
2	33.78	2.98	6	3	5.5		51.26
3	34.74	3.06	6	3	5.5		52.30
4	34.26	3.11	6	3	5.5		51.87
5	43.43	3.15	6	3	5.5		61.08
6	38.12	3.02	6	3	5.5		55.64
7	41.50	2.98	6	3	5.5		58.98
8	40.53	3.06	6	3	5.5		58.09
9	41.98	3.08	6	3	5.5		59.56
10	37.15	3.13	6	3	5.5		54.78
							
Observaciones: Los tiempos para la agrupación de las botellas demoran más debido a que el ángulo de desplazamiento de las banda es muy corto de 0.014 grados requiriendo un total de 25600 pulsos/revolución.							




-Pruebas con una frecuencia de 3000Hz y 32 micro pasos

Tabla 29.- Prueba de la máquina repotenciada a 3000Hz y 32 micro pasos.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA							
Prueba a 3000Hz y 32 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	8	3.15	6	3	5.5	3.125	25.65
2	3.12	3	6	3	5.5		20.62
3	2.65	3.03	6	3	5.5		20.18
4	2.62	3.06	6	3	5.5		20.18
5	2.70	3.11	6	3	5.5		20.31
6	2.61	3.13	6	3	5.5		20.24
7	2.63	3.04	6	3	5.5		20.17
8	2.60	3.06	6	3	5.5		20.16
9	2.64	3.10	6	3	5.5		20.24
10	2.61	3	6	3	5.5		20.11
							
Observaciones: Observaciones: La primera agrupación de botellas demora más por que recorre una mayor distancia y las siguientes demoran menos porque mientras se realiza el sellado y corte la banda se activa nuevamente preagrupando en la palanca de empuje de las botellas teniendo una menor distancia que recorrer.							




-Pruebas con una frecuencia de 3000Hz y 64 micro pasos

Tabla 30.- Prueba de la máquina repotenciada a 3000Hz y 64 micro pasos.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA					
Prueba a 3000Hz y 64 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	14.60	3.06	6	3	5.5	1.562	32.16
2	3.22	3.10	6	3	5.5		20.82
3	3.18	3	6	3	5.5		20.68
4	3.24	3.06	6	3	5.5		20.80
5	3.30	3.12	6	3	5.5		20.92
6	3.21	3.10	6	3	5.5		20.81
7	3.19	3.09	6	3	5.5		20.78
8	3.35	3.13	6	3	5.5		20.98
9	3.37	3.12	6	3	5.5		20.99
10	3.29	3.10	6	3	5.5		20.89
							
<p>Observaciones: Observaciones: La primera agrupación de botellas demora más por que recorre una mayor distancia y las siguientes demoran menos porque mientras se realiza el sellado y corte la banda se activa nuevamente preagrupando en la palanca de empuje de las botellas teniendo una menor distancia que recorrer.</p>							




-Pruebas con una frecuencia de 3000Hz y 128 micro pasos

Tabla 31.- Prueba de la máquina repotenciada a 3000Hz y 128 micro pasos.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA					
Prueba a 3000Hz y 128 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	29.92	3.10	6	3	5.5	0.781	47.52
2	8.97	3.04	6	3	5.5		26.51
3	9.57	3.12	6	3	5.5		27.19
4	9.42	3.08	6	3	5.5		27
5	8.67	3.02	6	3	5.5		26.19
6	8.07	3.14	6	3	5.5		25.71
7	8.37	3.06	6	3	5.5		25.93
8	9.27	3.11	6	3	5.5		26.88
9	10.02	3.15	6	3	5.5		27.67
10	8.82	3.05	6	3	5.5		26.37
							
Observaciones: Los tiempos para la agrupación de las botellas demoran más debido a que el ángulo de desplazamiento de las banda es muy corto de 0.014 grados requiriendo un total de 25600 pulsos/revolución.							




-Pruebas con una frecuencia de 3000Hz y 256 micro pasos

Tabla 32.- Prueba de la máquina repotenciada a 3000Hz y 256 micro pasos.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA							
Prueba a 3000Hz y 256 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	59.40	2.96	6	3	5.5	0.390	76.86
2	17.82	3.08	6	3	5.5		35.4
3	19	3.13	6	3	5.5		36.66
4	18.71	3.02	6	3	5.5		36.23
5	17.226	3.12	6	3	5.5		34.84
6	16.03	2.97	6	3	5.5		33.50
7	16.632	3.07	6	3	5.5		34.20
8	18.41	3.15	6	3	5.5		36.06
9	19.88	3.05	6	3	5.5		37.44
10	17.523	3.11	6	3	5.5		35.13
							
Observaciones: Los tiempos para la agrupación de las botellas demoran más debido a que el ángulo de desplazamiento de las banda es muy corto de 0.007 grados requiriendo un total de 51200 pulsos/revolución.							




-Pruebas con una frecuencia de 5000Hz y 64 micro pasos

Tabla 33.- Prueba de la máquina repotenciada a 5000Hz y 64 micro pasos.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA					
Prueba a 5000Hz y 64 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	9.36	3.07	6	3	5.5	1.562	26.93
2	3.28	3.10	6	3	5.5		20.88
3	3.15	3.08	6	3	5.5		20.73
4	2.86	3.12	6	3	5.5		20.48
5	3.08	3.10	6	3	5.5		20.68
6	3.24	3.09	6	3	5.5		20.83
7	3.11	3.13	6	3	5.5		20.74
8	3.15	3.10	6	3	5.5		20.75
9	3.21	3.10	6	3	5.5		20.81
10	3.13	3.08	6	3	5.5		20.71
							
Observaciones: La primera agrupación de botellas demora más por que recorre una mayor distancia y las siguientes demoran menos porque mientras se realiza el sellado y corte la banda se activa nuevamente preagrupando en la palanca de empuje de las botellas teniendo una menor distancia que recorrer.							




-Pruebas con una frecuencia de 5000Hz y 128 micro pasos

Tabla 34.- Prueba de la máquina repotenciada a 5000Hz y 128 micro pasos.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA							
Prueba a 5000Hz y 128 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	17.30	3.16	6	3	5.5	0.781	34.96
2	6.05	3.09	6	3	5.5		23.64
3	6.22	3.12	6	3	5.5		23.84
4	6.14	3.07	6	3	5.5		23.711
5	7.78	3.19	6	3	5.5		25.47
6	6.83	3.08	6	3	5.5		24.41
7	7.43	3.05	6	3	5.5		24.98
8	7.26	3.15	6	3	5.5		24.91
9	7.52	3.11	6	3	5.5		25.13
10	6.66	3.18	6	3	5.5		24.34
							
Observaciones: La primera agrupación de botellas demora más por que recorre una mayor distancia y las siguientes demoran menos porque mientras se realiza el sellado y corte la banda se activa nuevamente preagrupando en la palanca de empuje de las botellas teniendo una menor distancia que recorrer.							

-Pruebas con una frecuencia de 5000Hz y 256 micro pasos

Tabla 35.- Prueba de la máquina repotenciada a 5000Hz y 256 micro pasos.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA							
Prueba a 5000Hz y 256 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 6 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	35.16	3.10	6	3	5.5	0.390	52.76
2	12.31	3.09	6	3	5.5		29.90
3	12.66	3.13	6	3	5.5		30.29
4	12.48	3.10	6	3	5.5		30.08
5	15.82	3.10	6	3	5.5		33.42
6	13.89	3.10	6	3	5.5		31.49
7	15.12	3.08	6	3	5.5		32.70
8	14.77	3.10	6	3	5.5		32.37
9	15.29	3.10	6	3	5.5		32.89
10	13.54	3.08	6	3	5.5		31.12
							
Observaciones: Los tiempos para la agrupación de las botellas demoran más debido a que el ángulo de desplazamiento de las banda es muy corto de 0.007 grados requiriendo un total de 51200 pulsos/revolución.							

Finalizadas las pruebas de velocidad tenemos los siguientes resultados de la tabla 36. Para contrastar los resultados con la máquina sin repotenciar y la máquina repotenciada

Tabla 36.- Tiempos promedio de sellado y corte.

Tesis original				
Tiempo promedio de duración del proceso para 6 botellas				
29.2 segundos				
Máquina repotenciada				
Tiempos promedio de duración del proceso para 6 botellas				
Velocidad de Frecuencia		Micro pasos	Ciclo de trabajo	Tiempo promedio[s]
Baja	1800Hz	32	3.125 %	22.23
		64	1.562 %	29.09
		128	0.781 %	40.34
		256	0.390 %	61.76
Media	3000Hz	32	3.125 %	20.78
		64	1.562 %	21.98
		128	0.781 %	28.7
		256	0.390 %	39.63
Alta	5000Hz	64	1.562 %	21.35
		128	0.781 %	25.54
		256	0.390 %	33.7

3.4 Pruebas adicionales

Para estas pruebas se usaron 9 botellas y la mejor configuración de frecuencia y micro pasos.

-Prueba adicional 1

Tabla 37.- Prueba adicional 1 con 9 botellas.




		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA					
Prueba a 1800Hz y 32 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 9 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	12,37	3.68	6	3	5.5	3.125	30.55
2	3.62	3.16	6	3	5.5		21.28
3	3.67	3.20	6	3	5.5		21.37
4	3.67	3.15	6	3	5.5		21.32
5	3.63	3.21	6	3	5.5		21.34
6	3.70	3.15	6	3	5.5		21.35
7	3.64	3.13	6	3	5.5		21.27
8	3.66	3.18	6	3	5.5		21.34
9	3.68	3.19	6	3	5.5		21.37
10	3.65	3.23	6	3	5.5		21.38



Observaciones: La primera agrupación de botellas demora más por que recorre una mayor distancia y las siguientes demoran menos porque mientras se realiza el sellado y corte la banda se activa nuevamente preagrupando en la palanca de empuje de las botellas teniendo una menor distancia que recorrer.




-Prueba adicional 2

Tabla 38.- Prueba adicional 2 con 9 botellas.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA					
		Prueba a 3000Hz y 62 micro pasos					
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay				Revisión. 01			
Elaborado por: Jordy K. Guayanay				Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
#	Agrupación de 9 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	7.15	3.20	6	3	5.5	3.125	24.85
2	2.61	3.04	6	3	5.5		20.15
3	2.63	3.06	6	3	5.5		20.19
4	2.60	3.10	6	3	5.5		20.2
5	2.64	3	6	3	5.5		20.14
6	2.58	3.05	6	3	5.5		20.13
7	2.77	3.07	6	3	5.5		20.34
8	2.52	3.05	6	3	5.5		20.07
9	2.78	3.07	6	3	5.5		20.35
10	2.62	3.08	6	3	5.5		20.2
							
Observaciones: Observaciones: La primera agrupación de botellas demora más por que recorre una mayor distancia y las siguientes demoran menos porque mientras se realiza el sellado y corte la banda se activa nuevamente preagrupando en la palanca de empuje de las botellas teniendo una menor distancia que recorrer.							

-Prueba adicional 3

Tabla 39.- Prueba adicional 3 con 9 botellas.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA					
Prueba a 5000Hz y 64 micro pasos							
Lugar: Laboratorio de control y automatización							
Encargado: Jordy K. Guayanay					Revisión. 01		
Elaborado por: Jordy K. Guayanay					Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo		
#	Agrupación de 9 botellas[s]	Enfardado [s]	Cilindro de sellado[s]	Tiempo de sellado[s]	Tiempo de corte[s]	Ciclo de trabajo [%]	Tiempo total [s]
1	8.25	3.23	6	3	5.5	1.562	25.98
2	3.30	3.18	6	3	5.5		20.98
3	3.10	3.10	6	3	5.5		20.7
4	3.40	3.20	6	3	5.5		21.1
5	3.10	3.17	6	3	5.5		20.77
6	3.13	3.10	6	3	5.5		20.73
7	3.25	3.21	6	3	5.5		20.96
8	3.35	3.14	6	3	5.5		20.99
9	3.34	3.15	6	3	5.5		20.99
10	3.33	3.20	6	3	5.5		21.03
							
Observaciones: La primera agrupación de botellas demora más por que recorre una mayor distancia y las siguientes demoran menos porque mientras se realiza el sellado y corte la banda se activa nuevamente preagrupando en la palanca de empuje de las botellas teniendo una menor distancia que recorrer.							

Finalizadas las pruebas de velocidad tenemos los siguientes resultados de la tabla 40.

Tabla 40.- Tiempos promedio para un proceso de nueve botellas.

Pruebas adicionales				
Tiempos promedio de duración del proceso para 9 botellas				
Velocidad de Frecuencia		Micro pasos	Ciclo de trabajo	Tiempo promedio[s]
Baja	1800Hz	32	3.125 %	22.26
Media	3000Hz	32	3.125 %	20.66
		64	1.562 %	22.08
Alta	5000Hz	64	1.562 %	21.423

Acorde a estos resultados se evidencia que la máquina también se puede adaptar para trabajar con nueve botellas con tiempos muy similares a los obtenidos con una producción de seis botellas.

3.5 Costo de materiales

En las siguientes tablas 41,42,43 se detallan los precios de los materiales utilizados en la repotenciación de la máquina empacadora los cuales se componen de materiales eléctricos y mecánicos.

Tabla 41.- Costos materiales mecánicos.

N°	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Banda transportadora	U	1	380	380
2	Eje de transmisión	m	1.25	12	12
3	Eje de acero inoxidable	m	1.65	25	25
4	Eje roscado en acero	m	0.5	10	10
5	Aceite de liviano	U	1	8	8
6	Pernos de acero inoxidable	U	16	2,5	2,5
7	Pernos milimétricos M6	U	5	1,2	1,2
8	Pernos Allen	U	12	3	3
9	Barra redonda de nylon	cm	50	18	18
10	Barra rectangular de nylon	cm	30	15	15
11	Barra de bronce redonda	cm	25	12	12
12	Motor a pasos	U	1	200	200
13	Perfil de acero en G	U	1	80	80
14	Plancha de acero	U	1	115	115
15	Platina de acero	U	1	30	30
16	Lámina de plástico termoencogible	m	120	0.60	78
				TOTAL	989,7

Tabla 42.- Costos materiales eléctricos.

N o	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Niquelina	U	1	3,5	3,5
2	Cable flexible rojo #18	m	10	2	20
3	Cable flexible verde #18	m	10	2	20
4	Terminales eléctricos	U	150	0,1	15
5	Breaker trifásico	U	1	8	8
6	Transformador 110VAC a 24VAC	U	1	24	24
7	Solenoides de 110V	U	2	10	20
8	Multímetro digital	U	1	15	15
9	Alicate pelacables	U	1	18	18
10	Sensor magnético	U	2	12	24
11	Relé encapsulado	cm	5	5	25
12	Final de carrera mecánico	U	1	4	4
				TOTAL	196,5

Tabla 43.- Costo total.

Descripción	Valor
Total, costos mecánicos	989,7
Total, costos eléctricos	196,5
Total	1186,20

El costo total de los materiales utilizados en la repotenciación calculado es de 1186,20 dolares, dicho valor es únicamente de los componentes mecánicos y eléctricos adquiridos. No tiene en cuenta costos de transporte, reparaciones y trabajos metalmecánicos de cortes, soldadura y pintura.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se examinó el estado actual de la máquina abordando los sistemas mecánico, neumático y eléctrico. Para la inspección, se implementaron diversas metodologías que incluyeron enfoques visuales, manuales, bibliográficos y de funcionamiento que revelaron problemas como óxido, soldaduras defectuosas, desajustes, falta de pintura y grietas en las estructuras mecánicas, falta de componentes eléctricos y otros que se encontraban dañados como la banda y la niquelina. Los cuales generaban deficiencias sustanciales en el sistema mecánico, especialmente en las estructuras clave y la banda transportadora, la mayoría de los componentes neumáticos y eléctricos se encontraban en buen estado, con excepción de la niquelina.
- Se logró determinar los componentes requeridos para la repotenciación, logrando mejoras significativas en la eficiencia y rendimiento del proceso. La selección de los componentes se basó en criterios de adaptabilidad y factibilidad, siendo clave la compra de la banda plástica de acetal, el motor a pasos de 4.5 N•m y el driver de control del motor a pasos junto con el plc' s. Y la adquisición de otros componentes necesarios para su funcionamiento como fuentes de alimentación, sensores y elementos de protección eléctrico. Teniendo como resultado la implementación de un sistema de control de dos lazos abiertos mejorando la precisión y coordinación de los procesos y la capacidad para trabajar con frecuencias específicas proporcionando flexibilidad operativa.
- Se implementó un nuevo sistema en base a los parámetros de funcionamiento del motor a pasos. Trabajando con micro pasos de entre 2 a 128, con un nivel de frecuencias (baja, media y alta) de entre 1800Hz a 5000Hz. A frecuencias bajas de 1800Hz a 2900Hz con micro pasos de 2,8,16 no genera resultados debido a que el tiempo para realizar el par motor es insuficiente, a 32 micro pasos dio resultados con un desplazamiento estable de la banda, por otro lado, con 64 y 128 generaba tiempos excesivamente largos. A frecuencias medias de 3000Hz a 3900Hz, se

tiene el mismo resultado que a bajas a excepción de 32 y 64 que producen buenos resultados. En frecuencias altas de 4000Hz a 5000Hz con micro pasos de 2 a 32 y 128 el resultado es igual al obtenidos en bajas, a diferencia de 64 que produce un desplazamiento suave y preciso de la banda. Teniendo como resultado un mejor desempeño a frecuencias medias de 3000Hz a 3900Hz con micro pasos de 32 y 64.

- Se determinó la eficiencia de la repotenciación comparando el tiempo obtenido de las pruebas de producción de la máquina sin repotenciar y la máquina repotenciada. Para realizar el proceso de sellado y corte de 6 botellas, a una velocidad fija el tiempo originalmente era de 29.2 segundos y actualmente se puede trabajar a diferentes velocidades con tiempos de 22.23, 21.35, 21.98 y 20.78 segundos siendo los mejores resultados de las pruebas de producción. Teniendo una reducción del 26.5% del tiempo requerido para el mismo proceso. Cabe resaltar que la máquina puede realizar el mismo proceso con 9 botellas reflejando un aumento del 33% en producción, acorde a las pruebas adicionales de funcionamiento.

4.2 Recomendaciones

- El sistema de control de lazo abierto de la máquina puede ser rediseñado a un lazo cerrado por medio de la implementación un elemento mecánico o eléctrico, que suplante la activación manual de la palanca de la estructura de empuje de las botellas.
- Antes de encender la máquina revisar que no exista desajustes en los pernos y elementos mecánicos. También verificar que los engranajes de la banda se encuentren centrados para evitar sobre esfuerzos en el motor a pasos y un desplazamiento desbalanceado.
- Verificar que este sobre el valor recomendado el depósito de aceite de la unidad de mantenimiento del sistema neumático, para mantener lubricados los elementos móviles y aumentar su vida útil. Así mismo tener engrasados las guías de desplazamiento.

- Revisar las conexiones del cableado eléctrico interno del tablero que estén conectadas correctamente en base al diagrama de conexiones y mantener siempre cerrado para evitar daños por elementos externos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. Dominguez. "Diseño de una máquina formadora de fardos de flujo continuo para botellas." Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil - Ecuador, 2008.
- [2] I. D. L. Á. P. RAMÍREZ. "Repotenciación de una máquina para elaborar objetos de plástico mediante un control automatizado." Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba – Ecuador, 2014.
- [3] M. A. J. Calderon. "Automatizacion e instrumentacion de una máquina de embalaje de botellas." Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, 2010.
- [4] D. Q. HOLGUIN. "Repotenciacion de máquina automatica envasadora y selladora de fundas de agua." Universidad Politecnica Salesiana, Guayaquil - Ecuador, 2022.
- [5] J. Ernesto. "Montaje, puesta en marcha y mantenimiento de una máquina embaladora fs de envases." Universidad de San Carlos de Guatemala , Guatemala, 2012.
- [6] C. Riba. "Diseño Concurrente." Catalunya: CPET (Centre de Publicacions del Campus Nord), 2002.
- [7] M. Herrera. "Investigación continua." [En línea]. Available: http://profesores.fi-b.unam.mx/jlfl/Seminario_IEE/tecnicas.pdf. [Último acceso: 21 05 2023].
- [8] A. F. J. Castro. "Sistemas de empaqueo de botellas para mejorar el tiempo de almacenamiento en el proceso de embotellado en el laboratorio de automatización y control de la facultad de ingeniería civil y mecánica de la universidad técnica de ambato." Universida tecnica de Ambato, Ambato, 2015.
- [9] F. Velazquez. "Rome Co Industrial." [En línea]. Available: <https://www.romecoindustrial.com/producto/electrovalvula-neumatica-4v210-08/>. [Último acceso: 08 05 2023].
- [10] T. C. Diaz. "Mebum." 17 10 2020. [En línea]. Available: https://mebum.com.co/servicios_fabricacion_montaje/repotenciacion-de-maquinaria/. [Último acceso: 20 01 2024].
- [11] D. N. REPETTO. "Gomafiltros." [En línea]. Available: https://gomafiltros.com/productos/cadenas/rexnord/cadena_transportadora_821.
- [12] M. david. "Made in China." Shandong Zhongde Machine Tool Accessories Producing Co., Ltd., [En línea]. Available: https://es.made-in-china.com/co_zhongdetrade/product_Stainless-Steel-Mesh-Belt-Flat-Top-

Chainconveyer-Belt-High-Temperature-Resistant-Chain-Plate_ysisuoeneg.html#productDescription. [Último acceso: 01 06 2023].

- [13] M. B. Gil. "VentajasydesventajasTop." 21 05 2023. [En línea]. Available: ventajasydesventajasstop. [Último acceso: 18 08 2023].
- [14] H. Paul. "Foros de electrónica - Selección de un motor a pasos." 29 07 2014. [En línea]. Available: <https://www.forosdeelectronica.com/threads/selecci%C3%B3n-de-un-motor-paso-a-paso.113956/>. [Último acceso: 6 10 2023].
- [15] M. Julia. "Wuxi Xinje Electric Co., Ltd." [En línea]. Available: https://download.plcsystems.ru/Xinje/2022_stepping_system_catalog.pdf.
- [16] A. P. París. "Motores paso a paso, introducción a su funcionamiento y control en lazo abierto." Revista de Comunicación Vivat Academia, México, 2000.
- [17] M. Cordova. "Electricity Magnetism." [En línea]. Available: <https://www.electricity-magnetism.org/es/cuales-son-las-ventajas-y-desventajas-de-los-sensores-de-induccion-magnetica-en-comparacion-con-otros-tipos-de-sensores/>. [Último acceso: 12 09 2023].
- [18] R. Electronics, User's Manual for Flexi logics.

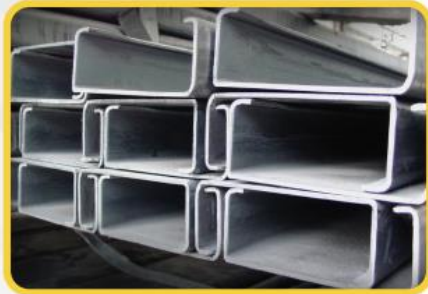
ANEXOS

A. ANEXOS MECÁNICOS

Anexo A1

Especificaciones del perfil 'G' en acero galvanizado

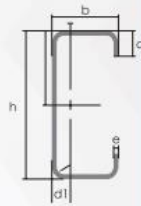
PERFILES ESTRUCTURALES CORREAS "G"



Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 1623
Calidad:	ASTM A36 - SAE J 403 1008
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Espesores:	Desde 2mm - 12mm
Acabado:	Acero negro y galvanizado

PERFILES



Dimensiones exteriores a la sección transversal. Radio de curvatura interior igual a 1,5e para espesores menores a 6,00 mm. Radio de curvatura interior igual a 2e para espesores de 6,00 mm o mayores

Designación	Dimensiones				Masa Kg/m	A cm2	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	c	e				ix	ly	Wx	Wy	ix	ly
	mm	mm	mm	mm				cm4	cm4	cm3	cm3	cm	cm
G 60x30x10x2	60	30	10	2	1,96	2,54	1,44	14,88	5,28	4,9	2,74	2,42	1,44
G 80x40x15x2	80	40	15	2	2,75	3,54	1,46	35,25	8,07	8,81	3,18	3,16	1,51
G 80x40x15x3	80	40	15	3	3,95	5,11	1,46	49,04	10,85	12,26	4,27	3,1	1,46
G 80x50x15x2	80	50	15	2	3,06	3,88	1,46	41,11	13,55	10,28	4,34	3,23	1,88
G100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98	13,85	4,57	4,00	1,86
G100x50x15x3	100	50	15	3	4,89	6,31	1,72	97,78	20,51	19,56	6,25	3,94	1,8
G100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,5	24,85	24,49	7,55	3,88	1,75
G100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,55	1,85	126,7	28,5	25,34	9,05	3,85	1,83
G100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52	30,5	12,09	3,75	1,83
G125x50x15x2	125	50	15	2	3,77	4,84	1,56	116,4	16,16	18,63	4,69	4,91	1,83
G125x50x15x3	125	50	15	3	5,48	7,06	1,55	165,5	22,16	26,48	6,43	4,84	1,77
G125x50x15x4	125	50	15	4	7,07	9,15	1,54	208,7	26,88	33,39	7,78	4,78	1,71
G125x50x15x5	125	50	15	5	8,55	11,11	1,54	246,2	30,41	39,39	8,78	4,71	1,65
G125x50x20x4	125	50	20	4	7,39	9,55	1,68	217	30,9	34,7	9,32	4,77	1,8
G125x50x25x5	125	50	25	5	9,33	12,11	1,8	264,3	39,88	42,29	12,46	4,67	1,82
G125x50x30x6	125	50	30	6	11,32	14,73	1,92	307,1	48,69	49,14	15,81	4,56	1,81
G150x50x15x2	150	50	15	2	4,16	5,34	1,42	178,7	17,13	23,83	4,78	5,79	1,79
G150x50x15x3	150	50	15	3	6,07	7,81	1,42	255,2	23,49	34,03	6,56	5,72	1,73
G150x50x15x4	150	50	15	4	7,86	10,15	1,41	323,5	28,51	43,13	7,95	5,65	1,68
G150x50x15x5	150	50	15	5	9,53	12,36	1,41	383,6	32,27	51,15	8,98	5,57	1,62
G 150x50x20x4	150	50	20	4	8,17	10,5	1,54	337	32,9	44,9	9,52	5,65	1,77
G150x75x25x5	150	75	25	5	12,28	15,86	2,65	545,4	117,2	72,71	24,17	5,86	2,72
G150x75x30x6	150	75	30	6	14,86	19,23	2,78	641,4	144,5	85,52	30,57	5,77	2,74
G175x50x15x2	175	50	15	2	4,56	5,84	1,31	257,7	17,92	29,45	4,85	6,64	1,75
G175x50x15x3	175	50	15	3	6,66	8,56	1,31	369,4	24,59	42,22	6,66	6,57	1,7
G175x50x15x4	175	50	15	4	8,64	11,15	1,3	470,0	29,85	53,71	8,07	6,49	1,64
G175x50x15x5	175	50	15	5	10,51	13,61	1,3	559,7	33,79	63,97	9,14	6,41	1,58
G175x75x25x4	175	75	25	4	10,84	13,9	2,48	653,0	105	74,6	20,9	6,84	2,75
G175x75x25x5	175	75	25	5	13,26	17,11	2,47	786,0	123,9	89,82	24,63	6,78	2,69
G175x75x30x6	175	75	30	6	16,03	20,73	2,6	929,4	152,8	106,2	31,19	6,7	2,72
G200x50x15x2	200	50	15	2	4,95	6,34	1,21	354,9	18,59	35,49	4,91	7,48	1,71
G200x50x15x3	200	50	15	3	7,25	9,31	1,21	510,3	25,51	51,03	6,73	7,4	1,66
G200x50x15x4	200	50	15	4	9,43	12,15	1,21	651,4	30,96	65,14	8,18	7,32	1,6
G200x50x15x5	200	50	15	5	11,49	14,86	1,21	778,3	35,06	77,83	9,26	7,24	1,54
G200x75x25x4	200	75	25	4	11,63	14,9	2,32	895,0	110,0	89,50	21,3	7,64	2,71
G200x75x25x5	200	75	25	5	14,24	18,37	2,32	1080,0	129,6	108,0	25,02	7,67	2,66
G200x75x30x6	200	75	30	6	17,21	22,23	2,45	1282,0	160,2	128,2	31,73	7,59	2,68
G250x75x25x4	250	75	25	4	13,20	6,90	2,07	1520,0	118,0	122,0	21,7	9,48	2,64
G250x100x25x5	250	100	25	5	18,17	23,36	2,73	2219,0	285,3	177,5	39,24	9,75	3,49
G250x100x30x6	250	100	30	6	21,92	8,23	3,1	2647,0	383,5	219,8	55,58	9,68	3,69
G300x100x30x4	300	100	30	4	16,65	21,3	2,84	2860,0	274,0	191,0	38,3	11,6	3,58
G300x100x35x5	300	100	35	5	20,91	26,9	2,97	3560,0	351,0	237,0	49,9	11,5	3,62
G300x100x35x6	300	100	35	6	24,75	31,8	2,96	4170,0	404,0	278,0	57,4	11,4	3,56

Anexo A2

Especificaciones del perfil 'U' en acero galvanizado

PERFILES ESTRUCTURALES CANAL "U"

Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 1623
Calidad:	ASTM A36 - SAE J 403 1008
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Espesores:	Desde 2mm - 12mm
Acabado:	Acero negro y galvanizado



PERFILES

Designación	Dimensiones (mm)			Masa Kg/m	A cm ²	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	e				Ix	Iy	Wx	Wy	ix	Iy
	mm	mm	mm				cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm
C 50 x 25 x 2	50	25	2	1,45	1,87	0,72	7,06	1,13	2,83	0,63	1,94	0,72
C 50 x 25 x 3	50	25	3	2,09	2,7	0,77	9,7	1,57	3,88	0,91	1,89	0,76
C 60 x 30 x 2	60	30	2	1,77	2,26	0,85	12,5	2,00	4,16	0,93	2,35	0,94
C 60 x 30 x 3	60	30	3	2,56	3,3	0,89	17,5	2,84	5,85	1,34	2,31	0,93
C 60 x 30 x 4	60	30	4	3,30	4,2	0,95	21,1	3,51	7,03	1,72	2,24	0,91
C 80 x 40 x 2	80	40	2	2,40	3,07	1,09	30,8	4,89	7,71	1,68	3,17	1,26
C 80 x 40 x 3	80	40	3	3,51	4,5	1,14	43,9	7,01	11	2,45	3,12	1,25
C 80 x 40 x 4	80	40	4	4,56	5,87	1,19	55,4	8,92	13,9	3,17	3,07	1,23
C 80 x 40 x 5	80	40	5	5,55	7,18	1,23	65,49	10,62	16,37	3,83	3,02	1,21
C 80 x 40 x 6	80	40	6	6,49	8,42	1,28	74,18	12,1	18,54	4,44	2,96	1,19
C 100 x 50 x 2	100	50	2	3,02	3,87	1,34	61,5	9,72	12,3	2,66	3,99	1,58
C 100 x 50 x 3	100	50	3	4,45	5,7	1,39	88,5	14,1	17,7	3,89	3,94	1,57
C 100 x 50 x 4	100	50	4	5,81	7,47	1,44	113	18,1	22,6	5,07	3,89	1,56
C 100 x 50 x 5	100	50	5	7,12	9,18	1,48	135	21,8	27,1	6,19	3,84	1,54
C 100 x 50 x 6	100	5	6	8,37	10,82	1,53	115,3	25,14	31,05	7,24	3,79	1,52
C 100 x 60 x 4	100	60	4	6,44	8,13	1,86	128	29,7	25,6	7,17	3,97	1,91
C 100 x 50 x 5	100	50	5	7,91	9,95	1,92	152	35,7	30,5	8,76	3,91	1,9
C 100 x 60 x 6	100	60	6	9,31	12,02	1,93	181,8	42,25	36,36	10,38	3,89	1,87
C 100 x 60 x 8	100	60	8	11,95	15,5	2,06	222,6	52,47	44,52	13,32	3,78	1,83
C 125 x 50 x 2	125	50	2	3,42	4,37	1,2	103	10,4	16,5	2,74	4,86	1,54
C 125 x 50 x 3	125	50	3	5,04	6,45	1,24	149	15,1	23,9	4,02	4,81	1,53
C 125 x 50 x 4	125	50	4	6,60	8,47	1,29	192	19,4	30,7	5,24	4,76	1,51
C 125 x 50 x 5	125	50	5	8,10	10,4	1,34	231	23,4	37	6,4	4,71	1,5
C 125 x 50 x 6	125	50	6	9,55	12,32	1,38	266	27,19	42,67	7,51	4,65	1,48
C 125 x 60 x 5	125	60	5	8,89	11,43	1,7	267	39,36	42,71	9,15	4,83	1,86
C 125 x 60 x 6	125	60	6	10,49	13,52	1,75	309,3	45,83	49,48	10,78	4,78	1,84
C 125 x 60 x 8	125	60	8	13,52	17,5	1,81	383,3	57,3	61,33	13,94	4,68	1,8
C 125 x 80 x 6	125	80	6	12,37	15,92	2,61	394,3	102,9	63,08	19,1	4,97	2,54
C 125 x 80 x 8	125	80	8	16,03	20,69	2,64	493	130,3	78,88	24,3	4,88	2,5
C 125 x 80 x 10	150	80	10	19,45	25,21	2,74	576,6	154,2	92,25	29,31	4,78	2,47
C 150 x 50 x 2	150	50	2	3,81	4,87	1,09	138	10,9	21,1	2,8	5,71	1,5
C 150 x 50 x 3	150	50	3	5,62	7,2	1,13	230	15,9	30,7	4,11	5,65	1,49
C 150 x 50 x 4	150	50	4	7,38	9,47	1,17	297	20,5	39,6	5,36	5,6	1,47
C 150 x 50 x 5	150	50	5	9,08	11,7	1,22	359	24,8	47,9	6,55	5,55	1,46
C 150 x 50 x 6	150	50	6	10,72	13,82	1,28	416,7	28,8	55,55	7,7	5,49	1,44
C 150 x 60 x 5	150	60	5	9,87	12,68	1,56	411,9	41,72	54,91	9,4	5,7	1,81
C 150 x 60 x 6	150	60	6	11,67	15,02	1,6	478,9	48,7	63,85	11,07	5,64	1,8
C 150 x 60 x 8	150	60	8	15,09	19,5	1,74	598,7	61,15	79,83	14,35	5,54	1,77
C 150 x 80 x 6	150	80	6	13,55	17,42	2,43	603,4	109,9	80,45	19,73	5,88	2,51
C 150 x 80 x 8	150	80	8	17,60	22,69	2,44	760,2	139,5	101,4	25,09	5,78	2,47
C 150 x 80 x 10	150	80	10	21,42	27,71	2,54	896,3	165,9	119,5	30,37	5,68	2,44
C 150 x 80 x 12	150	80	12	25,00	32,47	2,64	1013	189,3	135,1	35,31	5,59	2,41

*Otras calidades, largos y acabados: previa consulta

Anexo A3

Especificaciones de la planita de acero galvanizado

PERFILES LAMINADOS PLATINAS



Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 115
Calidad:	ASTM A36 - SAE J 403 1008
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Espesores:	3mm a 20mm
Acabado:	Acero negro y galvanizado

PERFILES



Denominación	Dimensiones mm		Peso		Área
	A	e	kg/m	kg/6m	cm2
PLT 12X3	12	3	0,28	1,70	0,36
PLT 12X4	12	4	0,38	2,45	0,48
PLT 12X6	12	6	0,57	3,40	0,72
PLT 19X3	19	3	0,45	2,68	0,57
PLT 19X4	19	4	0,60	3,58	0,76
PLT 19X6	19	6	0,89	5,37	1,15
PLT 25X3	25	3	0,59	3,53	0,75
PLT 25X4	25	4	0,79	4,71	1,00
PLT 25X3	25	6	1,18	7,07	1,50
PLT 25X12	30	3	0,71	4,24	0,90
PLT 30X4	30	4	0,94	5,65	1,20
PLT 30X6	30	6	1,41	8,47	1,80
PLT 30X9	30	9	2,12	12,71	2,70
PLT 30X12	30	12	2,83	16,95	3,60
PLT 38X3	38	3	0,89	5,37	1,15
PLT 38X4	38	4	1,19	7,16	1,52
PLT 38X6	38	6	1,79	11,40	2,28
PLT 38X9	38	9	2,69	16,11	3,42
PLT 38X12	38	12	3,58	21,48	4,56
PLT 50X3	50	3	1,18	7,08	1,50
PLT 50X4	50	4	1,58	9,42	2,00
PLT 50X6	50	6	2,26	14,16	3,00
PLT 50X9	50	9	3,53	21,20	4,50
PLT 50X12	50	12	4,71	28,26	6,00
PLT 65X6	65	6	3,06	18,37	3,90
PLT 65X9	65	9	4,59	27,55	5,85
PLT 65X12	65	12	6,12	36,73	7,80
PLT 75X6	75	6	3,53	21,20	4,50
PLT 75X9	75	9	5,30	31,80	6,75
PLT 75X8	75	8	7,07	28,26	9,00
PLT 75X12	75	12	7,07	42,39	9,00
PLT 100X6	100	6	4,71	28,26	6,00
PLT 100X8	100	8	7,07	37,68	9,00
PLT 100X9	100	9	7,07	43,00	9,00
PLT 100X12	100	12	9,42	58,00	12,00
PLT 120X12	120	12	67,82	67,82	14,40
PLT 150X15	150	15	105,88	105,88	22,50
PLT 150X20	150	20	145,44	145,00	30,00

*Otras calidades, largos y acabados; previa consulta

Anexo A4

Especificaciones de la plancha laminada

PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE

Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 115
Espesores:	ASTM A36 - SAE J 403 1008
Espesores:	2mm a 12mm
Rollos:	Ancho 1000, 1220, 1500mm
Planchas:	4 x 8 pies y medidas especiales
Acabado:	Acero Negro



PLANCHAS

Calidad Comercial

Calidad	Composición Química							Propiedades Mecánicas			Norma Equivalente
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%AL	%CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°	
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,05 max	0,02 0,08	0,2 max	270 min	29 min	0= Oe	SAE 1010 ASTM A-569
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-635 ASTM A-570 GRADO 33

Calidad Estructural

Norma	Composición Química							Propiedades Mecánicas					Norma Equivalente
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%CU	OTROS	Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alarga- miento %	Doblado 180°		
ASTM A-588M Grado A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,6	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,65 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min			
ASTM A-283 Grado C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015	
JIS G-3101 5541 M	0,17 0,23	0,3 0,6	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,25 max		250 min	400 min 550 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-570 GRADO 36	
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,05 max	0,4 max	0,20 max		250 min	400 min 550 max	20 min			
A570-GR50	0,25	1,35 max	0,035 max	0,04 max				340 min	450 min 550 max	17 min	1-1/2e		

Anexo A5

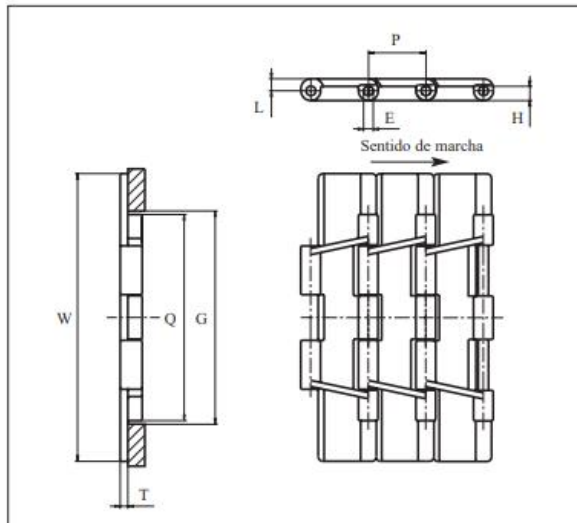
Banda LF 821-K1200



La aplicación principal es transporte de comestibles empaquetados y envases.

La cadena uni 821 es mucho más fuerte que las cadenas uni 820/831 y se suministra hasta anchos de 304.8 mm (12.00 pulgadas).

El grosor del platillo es 5.0 mm (0.20 pulgadas), por lo que no hay diferencias de altura si desea usarse junto a las series uni 831 y uni 882. Los platillos se solapan, por lo que no queda espacio libre entre los eslabones.



	mm	pul.		mm	pul.
E	6.4	0.25	P	38.1	1.50
G	140.0	5.51	Q	136.5	5.37
H	9.5	0.37	T	5.0	0.20
L	8.0	0.31	-	-	-

Todas las dimensiones son para cadenas en acetal (POM).

Los artículos con referencia uni en **negrita** son estándar.
Los artículos con referencia uni en *cursiva* se fabrican bajo pedido.

	Referencia uni				ancho W		peso	
	POM-D	POM-D	POM-LF	POM-SLF	mm	pul.	kg/m	lb/ft
uni 821-K750	<i>32D821K0750W</i>	32D821K0750G	32LF821K0750	32SLF821K0750	190.5	7.50	2.6	1.74
uni 821-K1000	<i>32D821K1000W</i>	32D821K1000G	32LF821K1000	32SLF821K1000	254.0	10.00	3.1	2.08
uni 821-K1200	<i>32D821K1200W</i>	32D821K1200G	32LF821K1200	32SLF821K1200*	304.8	12.00	3.4	2.29

uni 821

Cadenas de Tablillas • Plástico



Tramo recto



38.1 mm (1.50 pulgadas)



Ver pág. 14



SS304 Ver pág. 13



75 mm (3 pulgadas)



Ver pág. 107



Ver pág. 116



Ver pág. 120



Ver pág. 98



3.048 m = 10 ft
Nº eslabones/caja: 80



POM: 3000 N (674 lbf)

Anexo A6

Datos del Fabricante del motor a pasos

Stepping motor



Motor naming rule

MP3- 57 H □ □ 076 - □

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

① Name		② Base number		③ Open closed loop type		④ Special motor type		⑤ Brake type		⑥ Body length		⑦ General customized code	
Sign	Product name	Sign	Base number	Sign	Type	Sign	Type	Sign	Power off/brake	Sign	Body length	Sign	Type
MP3	Stepping motor	42	42 base	H	Standard open loop motor	I	Waterproof motor	Vacant	Without brake	040	40mm	Vacant	Standard
		57	57 base	-	Optical encoder closed-loop motor	S	Double output shaft motor	Z	With brake	048	40mm	B	Right angle flat (without keyway) shaft
		60	60 base							056	50mm	D	Shaft diameter change
		86	86 base							060	60mm	L	Shaft length change
		110	110 base							065	60mm	Z	Z phase output closed-loop motor
		130	130 base							076	70mm		
										090	80mm		
										098	80mm		
										118	118mm		
										150	150mm		

Note: The body length of the closed-loop motor needs to add the encoder length based on the open-loop motor. The encoder cable lengths include: 42 motor 18mm, 57 motor 20mm, 60 motor 22mm, 86 motor 26mm.

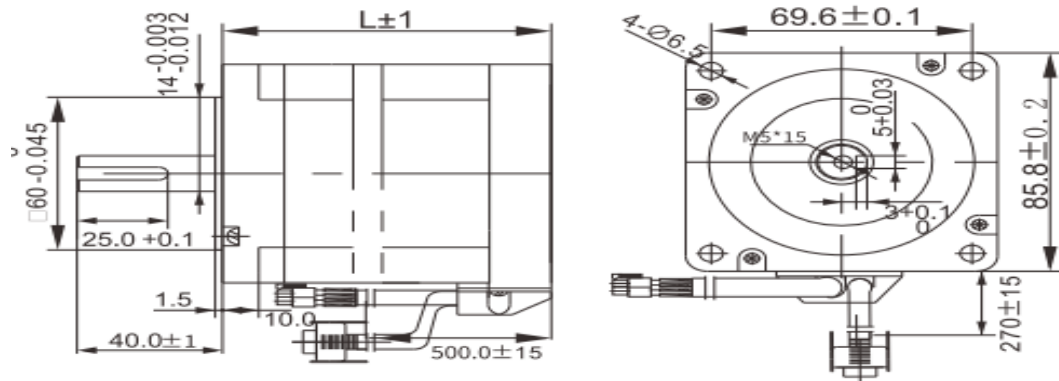
Adaptation table of closed-loop motor and driver

Closed-loop motor model		Base number (mm)	Step angle (°)	Holding torque (N.m)	Phase current (A)	Motor shaft	Motor shaft diameter(mm)	Adaptive driver
Standard series	Brake series							
MP3-42T048	/	42	1.8	0.5	1.65	Flat	5	DP3F/C-305
MP3-42T060	/		1.8	0.8	1.7	Flat	5	
MP3-57T058	/		1.8	1.3	4	Flat	8	
MP3-57T056-D6.35	/		1.8	1.3	4	Flat	6.35	
MP3-57T076	MP3-57TZ076	57	1.8	2.3	5	Flat	8	DP3F/C-705
MP3-57T088	MP3-57TZ088		1.8	3	5	Flat	8	
MP3-57T110	/		1.8	3	4	Flat	8	
MP3-60T088	MP3-60TZ088	60	1.8	3	5	Flat	8	
MP3-86T080	MP3-86TZ080		1.8	4.5	6	Flat key 5*25	14	
MP3-86T080-D12.7	/	86	1.8	4.5	6	Flat key 5*25	12.7	DP3F/C-808
MP3-86T098	MP3-86TZ098		1.8	8	6	Flat key 5*25	14	
MP3-86T118	MP3-86TZ118		1.8	8.5	6	Flat key 5*25	14	
MP3-86T118-D12.7	/		1.8	8.5	6	Flat key 5*25	12.7	
MP3-86T150	MP3-86TZ150		1.8	12	6	Flat key 5*25	14	

Anexo A7

Datos del Fabricante del motor a pasos

Model	L(mm)	
	General	With brake
MP3-86T080	106	149
MP3-86T098	122	155
MP3-86T118	144	187
MP3-86T150	174	217



Anexo A8

Datos de los cilindros neumáticos



KL
Cilindros neumáticos ISO 15552 - Ø 32 ÷ 125 mm
CLEAN PROFILE

CARACTERÍSTICAS

Temperatura ambiente	-20 ÷ 80 °C
Fluido	aire filtrado, con o sin lubricación
Presión de trabajo	1,5 ÷ 10 bar
Testeras	fundición a presión de aluminio
Camisa	aluminio anodizado
Pistón	fundición a presión de aluminio
Patín de guía	resina acetálica
Vástago	acero cromado, acero inox bajo pedido
Juntas pistón	NBR
Casquillo guía vástago	autolubrificante y autoalineante original UNIVER
Paragolpes	NBR
Amortiguadores	neumáticos regulables
Otras versiones disponibles	tándem, tándem dos posiciones, tándem contrapuesto, tándem vástago común (bajo pedido)



CLAVE DE CODIFICACIÓN

K	L	2	0	0	0	3	2	0	0	5	0		M	
1	2	3	4	5	6	7	8							

1 Serie	2 Tipología	3 Versión	4 Diámetro (mm)
KL = Cilindros neumáticos ISO 15552 Ø 32÷125 mm	1 = Vástago acero inox 2 = Vástago acero cromado	00 = D.E. Versión estándar 01 = D.E. Vástago pasante 60 = S.E. Vástago retraído carrera máx. 50 mm 70 = S.E. Vástago extendido carrera máx. 50 mm D.E. = Doble efecto S.E. = Simple efecto	032 = Ø32 040 = Ø40 050 = Ø50 063 = Ø63 080 = Ø80 100 = Ø100 125 = Ø125
Magnético de serie			
5 Carrera (mm)	6 Variante	7 Magnético	8 Variante ATEX
0025 = 25 0150 = 150 0320 = 320 0700 = 700 0050 = 50 0160 = 160 0350 = 350 0800 = 800 0075 = 75 0175 = 175 0400 = 400 0900 = 900 0080 = 80 0200 = 200 0450 = 450 1000 = 1000 0100 = 100 0250 = 250 0500 = 500 0125 = 125 0300 = 300 0600 = 600	F = Predispuesto para bloqueo con protuberancia reducida G = Predispuesto para bloqueo con protuberancia ISO	M = Versión magnética estándar de serie	X = ATEX (bajo pedido) Para tipos y versiones consultar el catálogo ATEX

Bajo pedido versiones KL190 y KL290 con juntas para alta temperatura (máx. 120°C) y versiones con juntas para baja temperatura (máx. -30°C)

B. ANEXOS ELÉCTRICOS

Anexo B1

Especificaciones de la fuente del motor a pasos



Specifications

Input Ratings / Characteristics

Nominal Input Voltage	100-240Vac
Input Voltage Range	85-264Vac
Nominal Input Frequency	50-60Hz
Input Frequency Range	47-63Hz
DC Input Voltage Range*	120-375Vdc
Input Current	< 1.40A @ 115Vac, < 0.80A @ 230Vac
Efficiency at 100% Load	> 86.0% @ 115Vac, > 87.0% @ 230Vac
Max Inrush Current (Cold Start)	< 80A @ 115Vac, < 150A @ 230Vac
Power Factor at 100% Load	> 0.98 @ 115Vac, > 0.87 @ 230Vac
Leakage Current	< 1mA @ 240Vac

*Safety approval according to IEC/EN/UL 60950-1.

Output Ratings / Characteristics

Nominal Output Voltage	24Vdc
Output Voltage Tolerance	± 2% (initial set point tolerance from factory)
Output Voltage Adjustment Range	22-28Vdc
Output Current	5.00A (continuously operating at 24V) 7.50A (Power Boost for 3 seconds at 24V, refer to the details in the Functions section)
Output Power	120W (continuously operating at 24V) 180W (Power Boost for 3 seconds at 24V, refer to the details in the Functions section)
Line Regulation	< 0.5% typ. (@ 85-264Vac input, 100% load)
Load Regulation	< 1% typ. (@ 85-264Vac input, 0-100% load)
PARD (20MHz)	< 240mVpp
Rise Time	< 100ms @ nominal input (100% load)
Start-up Time	< 1,000ms @ nominal input (100% load)
Hold-up Time	> 35ms @ 115Vac, > 70ms @ 230Vac (100% load)
Dynamic Response (Overshoot & Undershoot O/P Voltage)	± 5% @ 10-100% load
Start-up with Capacitive Loads	10,000µF Max

Anexo B2

Especificaciones de la fuente del PLC



60W Single Output Industrial DIN Rail Power Supply

MDR-60 series



■ Features :

- Universal AC input/Full range
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
- Cooling by free air convection
- Can be installed on DIN rail TS-35/7.5 or 15
- Class I, Div 2 Hazardous Locations T4
- LED indicator for power on
- DC OK relay contact
- No load power consumption<0.75W
- 100% full load burn-in test
- 3 years warranty



SPECIFICATION

MODEL	MDR-60-5	MDR-60-12	MDR-60-24	MDR-60-48	
OUTPUT	DC VOLTAGE	5V	12V	24V	48V
	RATED CURRENT	10A	5A	2.5A	1.25A
	CURRENT RANGE	0 – 10A	0 – 5A	0 – 2.5A	0 – 1.25A
	RATED POWER	50W	60W	60W	60W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	120mVp-p	150mVp-p	200mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	5 – 6V	12 – 15V	24 – 30V	48 – 56V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LOAD REGULATION	±1.5%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	SETUP, RISE TIME Note.5	500ms, 30ms/230VAC	500ms, 30ms/115VAC at full load		
HOLD UP TIME (Typ.)	50ms/230VAC	20ms/115VAC at full load			
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 – 264VAC	120 – 370VDC		
	FREQUENCY RANGE	47 – 63Hz			
	EFFICIENCY (Typ.)	78%	86%	88%	87%
	AC CURRENT (Typ.)	1.8A/115VAC	1A/230VAC		
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 30A/115VAC		60A/230VAC	
	LEAKAGE CURRENT	<1mA / 240VAC			
PROTECTION	OVERLOAD	105 – 150% rated output power Protection type : Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed			
	OVER VOLTAGE	6.25 – 7.25V	15.6 – 18V	31.2 – 36V	57.6 – 64.8V
		Protection type : Shut down o/p voltage, re-power on to recover			
FUNCTION	DC OK SIGNAL	Relay contact rating(max.): 30V/1A resistive			
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-20 – +70°C (Refer to "Derating Curve")			
	WORKING HUMIDITY	20 – 90% RH non-condensing			
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 – +85°C, 10 – 95% RH			
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 – 50°C)			
	VIBRATION	Component : 10 – 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes ; Mounting : Compliance to IEC60068-2-6			
SAFETY & EMC (Note 4)	SAFETY STANDARDS	UL508, UL62368-1, TUV BS EN/EN62368-1, Class I, Div. 2 Group A, B, C, D Hazardous Locations T4, EAC TP TC 004, BSMI CNS14336-1, AS/NZS 60950.1 approved			
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC	I/P-FG:2KVAC	O/P-FG:0.5KVAC	
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG>100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH			
	EMC EMISSION	Compliance to BS EN/EN55032 (CISPR32), BS EN/EN61204-3 Class B, BS EN/EN61000-3-2, -3, EAC TP TC 020, CNS13438 Class B			
	EMC IMMUNITY	Compliance to BS EN/EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, BS EN/EN55024, BS EN/EN61000-6-2, BS EN/EN61204-3, heavy industry level, criteria A, EAC TP TC 020			
OTHERS	MTBF	299.2K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)			
	DIMENSION	40*90*100mm (W*H*D)			
	PACKING	0.33Kg; 42pcs/14.8Kg/0.82CUFT			

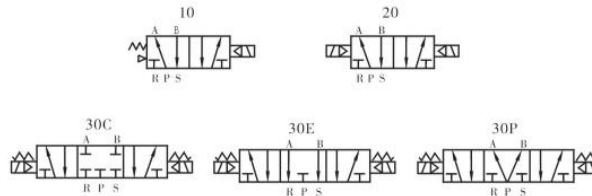
Anexo B3

Especificaciones de las electroválvula

SOLENOID VALVE(5/2 5/3 WAY) 4V200 SERIES



Symbol



Specification

Item/Type	4V210-06	4V220-06	4V230C-06	4V230E-06	4V230P-06	4V210-08	4V220-08	4V230C-08	4V230E-08	4V230P-08
Fluid	Air (to be filtered by 40 μ filter element)									
Operating	Internally piloted									
Valve type	5 port 2 position		5 port 3 position			5 port 2 position		5 port 3 position		
Orifice size	14mm ² (Cv=0.78)		12mm ² (Cv=0.67)			16mm ² (Cv=0.89)		12mm ² (Cv=0.67)		
Port size	In=Out=Exhaust=1/8"					In=Out=1/4" Exhaust=1/8"				
Lubrication	Not required									
Pressure range	1.5~8.0 bar (0.15~0.8MPa)(21~114Psi)									
Proof pressure	12.0 bar (1.2MPa)(170Psi)									
Temperature	-5~60°C(23~140°F)									
Voltage range	-15%~+10%									
Power consumption	AC220V:2.0VA、AC110V:2.5VA、AC24V:3.5VA、DC24V:3.0W、DC12V:2.5W									
Insulation	F class									
Protection	IP65 (DIN40050)									
Connector	DIN Terminal									
Max frequency	5 cycle/sec		3 cycle/sec			5 cycle/sec		3 cycle/sec		
Min activating time	0.05 sec									
Weight	220g	320g	400g	400g	400g	220g	320g	400g	400g	400g

Anexo B4

Pulsadores

A22 Interruptores con Botón de Presión Sin Luz, 22 mm de diámetro, A22L Interruptores con Botón de Presión Con Luz, 22 mm de diámetro

Sin Luz



Redondo,
plano **A22-F**



Redondo, de
proyección
A22-T



Redondo,
protección
completa **A22-G**



Redondo, media
protección **A22-H**

Sin Luz



Cuadrado, de
proyección
A22-C



Cuadrado,
protección
completa **A22-D**



Redondo, tipo hongo
30 mm de diám.
A22-S



Redondo, tipo
hongo 40 mm de
diám. **A22-M**

Con Luz



Redondo, de
proyección, con
luz **A22L-T**



Redondo, protección
completa, con luz
A22L-G



Redondo, media
protección, con luz
A22L-H



Cuadrado, de
proyección, con
luz **A22L-C**



Cuadrado,
protección completa,
con luz **A22L-D**

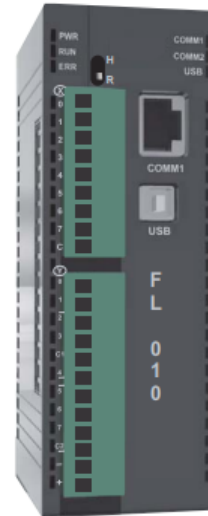
C. ANEXOS DEL SISTEMA DE CONTROL

Anexo C1

Especificaciones del plc FlexiLogics RENU FL010

1.4.3 Specification for Basic Models FL010

Power Supply	24VDC, 330mA
Input per channel	24 VDC, 5mA & 20mA (for CH0 & CH1)
Output per channel	230V / 2A or 24VDC / 2A for Relay, 0.5A at 24VDC for transistor
Approvals	CE, UL
Memory	
Total Program Memory	8K Steps
User Data	
Input Registers	400 Words / 6400 pts. (Max.*)
Outout Registers	400 Words / 6400 pts. (Max.*)
Data Registers	4096 words
Retentive Registers	1400 words (EEPROM)
System Registers	256 words
Timer Registers	256 words
Counter Register	256 words
Timer Devices	256 points
System Devices	100 points
Counter Devices	256 points
Configuration Register	1600 Words / 25600 pts. (Max.*)
Communication Ports	
2 COM Ports:	COM1: RS232 and RS485 COM2: 2-wire RS485
1 USB:	For programming
IO Specifications:	
Expansion IO capacity	8 expansion modules
Expansion Bus	SPI (1 MHz)
Local IOs	16 (8 IN / 8 OUT)
Digital Inputs	8 Bidirectional Digital inputs (2 High Speed inputs of upto 50KHz). 8 points per common.
Rated Input voltage	24VDC
Rated Input Current	Upto 5mA. (20mA for High Speed I/Ps)
Input Impedance	5.4Kohm (1.2Kohm for High Speed i/ps)
Minimum ON voltage	9.6 VDC
Maximum OFF voltage	3.6 VDC
Turn ON time	10 msec
Turn OFF time	10 msec
Isolation	Optically isolated from internal circuit
Digital outputs	6 Relay (Form A) outputs. 3 points per common. 2 Transistor Output
Output Capacity	2A per o/p for Relay (6A per common), 0.5 A for transistor
Rated load	230V / 2A, 30VDC / 2A for Relay, 0.5 A at 24VDC for transistor



Special Input Function	
HS Counter	2HS Counter inputs, single phase (50 KHZ), 32 Bit Dual Phase 1X, 2X, 4X (5KHz)
Interrupt Input	2 Points
PWM Output	CW / CCW OR PLS / DIR
Connection method	Removable terminals (3.81mm pitch)
General	
Operating Temperature	0 to 55 deg.C.
Storage Temperature	-20 to 85 deg.C.
Operating Humidity	10% to 90% (Non condensing)
Vibration Tests	Frequency 10Hz to 150hz Displacement +/- 0.35mm Crossover frequency 59Hz Acceleration: 2g Sweep rate : 1 octave per min Duration : 20 Sweeps / Axis app (2Hr 30min) Axis , X,Y, Z
Shock Test	25 g acceleration with 11 ms 3 Shocks each AXIS (a total of 18 Shocks)
Mechanical Dimension	100mm X 35mm X 70mm
Weight	Approx. 180 gm.

Note:
* : Depends upon I/O allocation.

Anexo C2

Especificaciones de las salidas del plc tipo transistor

5.2.6 PWM Output Function

This function is used to output a variable duty cycle pulse train. The controllable duty cycle is 0 to 100 % (1 % units). The PWM output is enabled when the pulse enable flag is ON. While the pulse enable flag is ON, the duty cycle (ON duty) can be changed by changing the duty setting value (0 to 100). The frequency setting is available in the range of 50 to 5000 Hz (1 Hz units) before turning ON the pulse enable flag. The frequency changing is not allowed while the pulse enable is ON. Note that the minimum ON/OFF pulse duration is 100 microsec. Therefore, the controllable ON duty range is limited depending on the frequency setting as follows. If the ON duty setting value is not available (within 0 to 100), the pulse width error flag comes ON. (PWM output operation is continued but the duty cycle is not guaranteed)

The function selection is done through configuration register2

Function	Register/device	Remarks
PWM pulse	Y0	
Pulse enable flag	M336	Output is enabled when ON
Frequency setting register	MW22 – MW23	Data range: 50 to 5000
ON duty setting register	MW24 –MW25	Data range: 0 to 100
Pulse width error flag	M189	ON at error (reset OFF automatically)
ON duty setting error flag	M190	ON at error (reset OFF automatically)
Frequency setting error flag	M191	ON at error (reset OFF automatically)

The Buffer is updated at each scan, so that the PWM frequency and duty cycle will be changed after each scan.

Anexo C3

Especificaciones del driver ST-M5045

2-Phase stepper Motor Driver ST-M5045

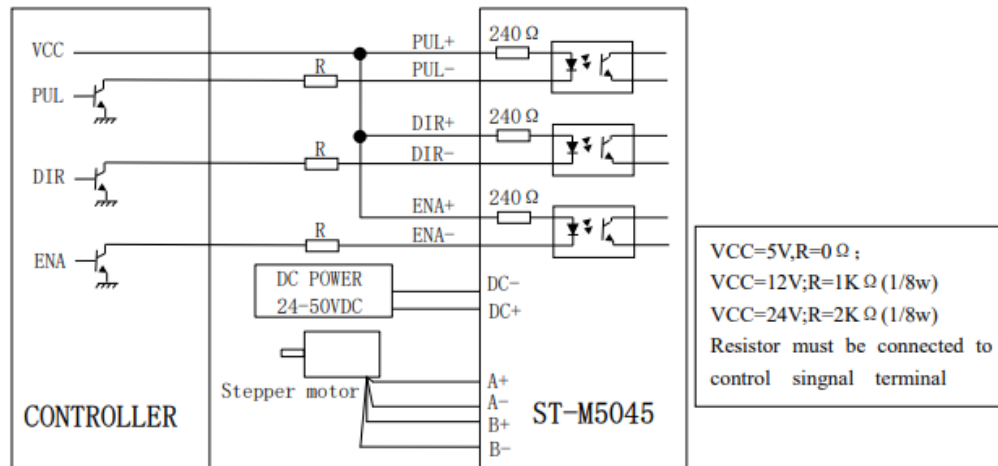
Characteristics:

1. DC power input type: 24V~50V
2. Output current: 1~4.5A
3. Microstep: 2、4、8、16、32、64、128、256、5、10、25、50、125、250
4. Protect form : Overheated protect, Short-voltage, over-voltage, over-current protection
5. The maximum pulse rate is 300KHZ.
6. Dimensions: 120mm*92mm*33mm
7. Weight: <280g.
8. Working environment: Temperature-15~40°C Humidity<90%.

I/O Ports:

- 1、 DC+: DC power positive pole
Note: Must guard against exceeding 50V, so as not to damage the module.
- 2、 DC-: DC power cathode
- 3、 A+、 A-: Stepping motor one winding
- 4、 B+、 B-: Stepping motor other winding
- 5、 PUL+、 PUL-: Stepping pulse input+5V (Rising edge effective , rising edge duration >10μS)
- 6、 DIR +、 DIR-: Stepping motor direction input, voltage level touched off, high level forward , low level reverse
- 7、 ENA+、 ENA-: motor free

Typical Connection



Switch Choice:

1、 Microstep choice:

Microstep	Pulse/rev. (for 1.8° motor)	SW5	SW6	SW7	SW8
2	400	ON	ON	ON	ON
4	800	ON	OFF	ON	ON
8	1600	ON	ON	OFF	ON
16	3200	ON	OFF	OFF	ON
32	6400	ON	ON	ON	OFF
64	12800	ON	OFF	ON	OFF

Anexo C3

Especificaciones del driver ST-M5045

128	25600	ON	ON	OFF	OFF
256	51200	ON	OFF	OFF	OFF
5	1000	OFF	ON	ON	ON
10	2000	OFF	OFF	ON	ON
25	5000	OFF	ON	OFF	ON
50	10000	OFF	OFF	OFF	ON
125	25000	OFF	ON	ON	OFF
250	50000	OFF	OFF	ON	OFF

2、 Current choices:

Peak current	Reference current	SW1	SW2	SW3
1.0A	0.71A	ON	ON	ON
1.5A	1.07A	OFF	ON	ON
2.0A	1.43A	ON	OFF	ON
2.5A	1.79A	OFF	OFF	ON
3.0A	2.14A	ON	ON	OFF
3.5A	2.50A	OFF	ON	OFF
4.0A	2.86A	ON	OFF	OFF
4.5A	3.21A	OFF	OFF	OFF

3、 Full current or half current choice:

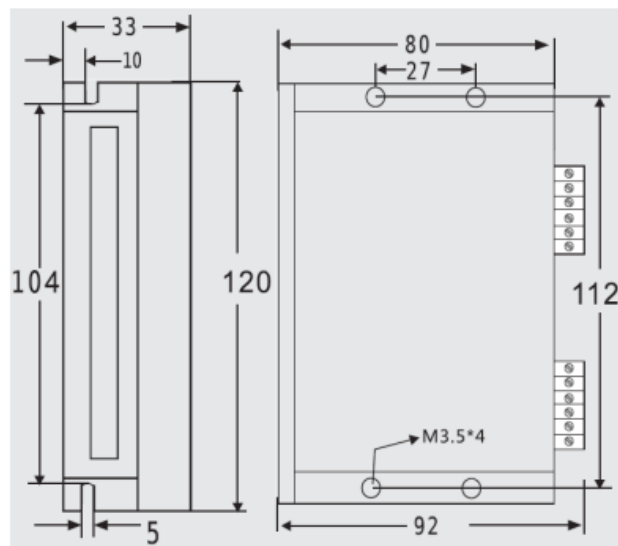
SW4:OFF=Half current ; ON=Full current:

4、 Pulse choice:



Usually default setting is step + direction.

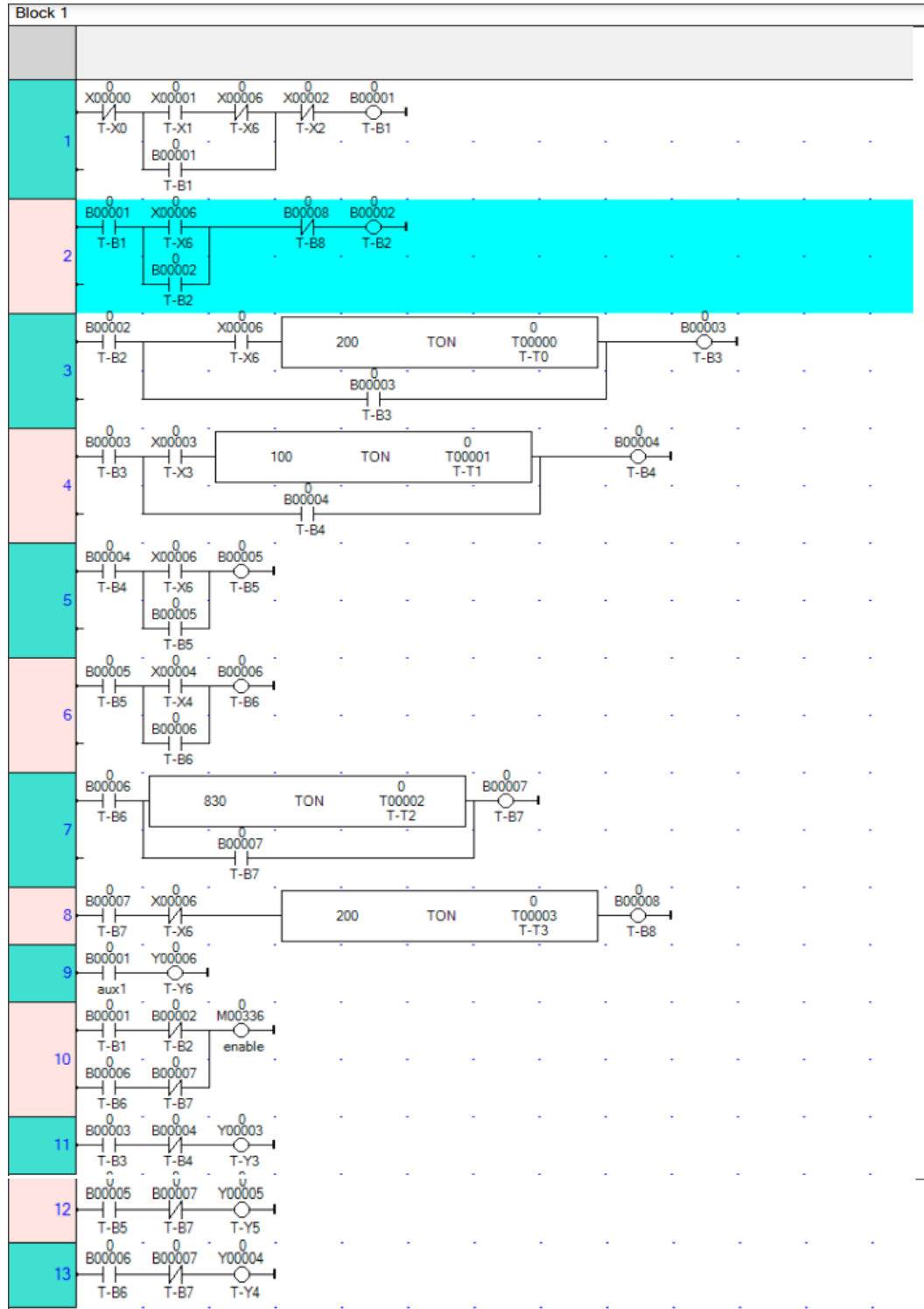
Dimension



D. ANEXO DE PROGRAMACIÓN

Anexo D1

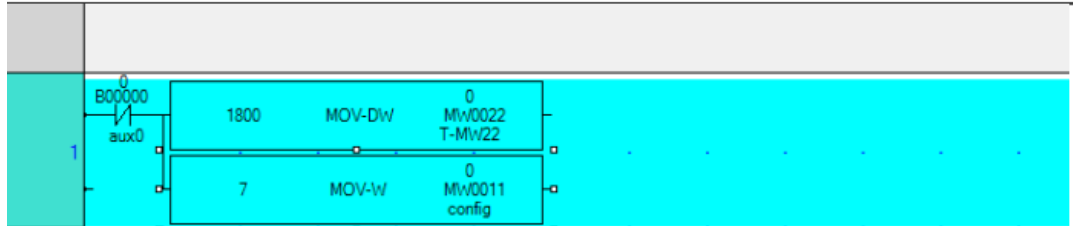
Programación Ladder bloque 1 - Secuencia de procesos



Anexo D2

Programación Ladder bloque 2 – Configuración de frecuencia

Block 2



E. ANEXO DE PROPIEDADES DE MATERIALES

Anexo E1

Características del polietileno de 30 micras

VARIABLE	UNIDAD	ESTANDAR	TOLERANCIA
Espesor de la película PEBD Natural	múcras	65	+/-10%
Gramaje de la película PEBD Natural	g/m ²	60.13	+/-10%
Peso del rollo	Kg	30	+/-1
Ancho de lámina	mm	460	+/-3
Largo de lámina	metros	1050	+2
Diámetro del rollo	mm	330	+/-10
Diámetro externo del núcleo	mm	90	+/-2
Diámetro interno del núcleo	mm	76	+/-2
Rango de temperatura de sellado	°C		205-220

FE-ASG-FR-024

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Nivel de Aceptación de Calidad (A.Q.L.)

Defectos críticos	1%
Defectos mayores	2.50%
Defectos menores	6.50%

DEFINICIONES

Defectos críticos: Defectos que hacen inútil el uso del empaque.

Defectos mayores: Afecta apariencia del empaque, pero no reduce mayormente su utilidad

Defectos menores: No afectan mayormente a la apariencia de empaque

Nivel de inspección: Normal

ROTULADO: Los rollos son empacados, con una etiqueta de APROBADO con los siguientes datos:

O. Pedido	Cliente	Peso Neto	Ancho	Máquina	Operador	Fecha
Producto	Código	Peso Bruto	No. rollo	Turno	Inspector	

FORMA DE PRESENTACIÓN:

Rollos: Cada unidad es protegida con gorro de polietileno natural

Empacado: Envuelto en polietileno

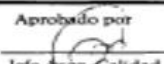
Tipo de pallet: 1.2 x 1.0 m Identificados "PLASTIEMPAQUES"

Rollos por piso: 9 rollos por piso

Pisos por pallet: 2 pisos por pallet

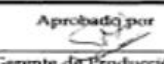
ALMACENAMIENTO: Los rollos se deben almacenar en un lugar techado, cerrado, bien ventilado evitar el sol directo, la humedad, el excesivo calor, evitar colocar cerca de productos con aroma o suciedad se debe almacenar a temperatura ambiente que no exceda a los 40°C, se estiban en pallet de dos pisos en posición vertical

Aprobado por



Jefe Ases. Calidad

Aprobado por



Gerente de Producción

GUAYAQUIL: Km. 1.5 Vía Durán-Tambo • PBX: (593-4) 2801600-2800225 • Fax: (593-4) 2800081
QUITO: Panamericana Norte Km. 6 1/2 Av. Galo Plaza Lasso 143-N72 y Enrique Guerrero Partilla • Tel. (593-2) 22470-671
 e-mail: marketing@lactianoraces.com <http://www.lactianoraces.com>

Anexo E2

Características del polietileno de 100 micras



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PRODUCTO

PRODUCTO: FILM PARA EMBALAJE Y PROTECCIÓN
REF. RAJA®: FEB34

DESCRIPCIÓN

Film plástico para cubrir palets precortados en rollo.

COLORES Y MEDIDAS

ANCHO DE CADA FILM: 100 cm
LARGO DE CADA FILM: 0.5 m
MEDIDAS PLEGADO: 2x50 cm
COLOR: Transparente

CARACTERÍSTICAS

MATERIAL: Polietileno de baja densidad - PEBD
PESO: 35 kg
ESPEJOR: 100 µ

ACONDICIONAMIENTO

TIPO DE PALET: -
FLEJADO: -
CANT. POR PALET: 14 uds
CANT. POR BASE: - uds
CANT. POR PAQUETE: 1 uds
CANT. POR ALTURA: - uds

*Información y especificaciones técnicas basadas en las informaciones proporcionadas por fabricante

Anexo E3

Características del polietileno de baja densidad

POLIETILENO BAJA DENSIDAD

Descripción General:

Termoplástico comercial, semicristalino (un 50% típicamente), blanquecino, blando, flexible y tenaz - incluso a temperaturas bajas - con excelentes propiedades eléctricas pero una resistencia a las temperaturas débil. Su resistencia química también es muy buena pero es propenso al agrietamiento bajo carga ambiental, su resistencia a los rayos UV es mediocre y tiene propiedades de protección débiles, salvo con el agua.

Sus aplicaciones incluyen contenedores, recubrimientos químicamente resistentes, películas (transparentes cuando son delgadas) para el embalaje etc. así como aislamientos de cables eléctricos y núcleos de cables UHF.

Propiedades Eléctricas

Constante Dieléctrica @1MHz	2,2-2,35
Factor de Disipación a 1 MHz	$1-10 \times 10^{-4}$
Resistencia Dieléctrica (kV mm ⁻¹)	27
Resistividad Supeficial (Ohm/sq)	10^{13}
Resistividad de Volumen (Ohmcm)	$10^{15}-10^{18}$

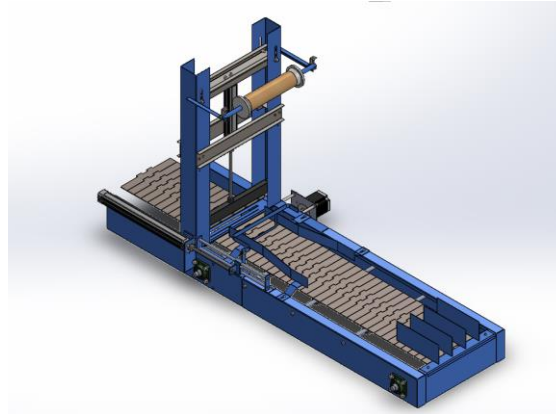
Propiedades Físicas

Absorción de Agua - en 24 horas (%)	<0,015
<u>Densidad (g cm⁻³)</u>	<u>0.92</u>
Índice Refractivo	1,51
Índice de Oxígeno Limite (%)	17
Inflamabilidad	HB
Resistencia a la Radiación	Aceptable
Resistencia a los Ultra-violetas	Mala

Propiedades Mecánicas

Alargamiento a la Rotura (%)	400
Dureza - Rockwell	D41-46 - Shore
Módulo de Tracción (GPa)	0,1-0,3
Resistencia a la Tracción (MPa)	5-25
Resistencia al Impacto Izod (J m ⁻¹)	>1000

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO



Introducción

La repotenciación de la máquina de empaqueo de botellas permite conformar paquetes de botellas plásticas de manera más fluida, consta de un motor a pasos que agrega mayor variedad al proceso y dos cilindros neumáticos que permiten envolver los paquetes con el film plástico por medio de un sistema de control encargado del accionamiento correcto de cada actuador, garantizando un buen funcionamiento del proceso. Se sugiere se lea a fondo el manual y se cumplan las advertencias de seguridad.

Características

La máquina cuenta con 3 sistemas: Estructural, neumático y de control. Dispone de tres niveles de velocidad para producción. Sus dimensiones son de 1920 mm de alto, 504 mm de ancho y 2640 mm de largo, con un total de 17 elementos principales acorde al plano general.

- Sistema estructural: estructura metálica de la banda, estructura metálica de la zona de sellado y corte, guías laterales de la banda, estructura de cilindro de empuje, guías de acomodamiento, barras guías de deslizamiento y apoyo, Mordaza de sellado y corte, mecanismo de acople del cilindro de empuje y base de sellado y corte.
- Sistema neumático: unidad de mantenimiento 'FLR', mangueras neumáticas y dos cilindros de doble efecto.

- Sistema de control: tablero eléctrico, finales de carrera magnéticos y mecánicos, motor a pasos, Electroválvulas monoestables, transformadores, controlador lógico programable y driver de control de motor a pasos.

Precauciones

El operador de la máquina debe comprender y seguir las instrucciones proporcionadas por el manual antes de la puesta en marcha. Para ello se debe tener en cuenta las siguientes advertencias:

- Asegurarse de conectar la máquina a una toma eléctrica de 110V.
- No debe ser manipulada por personas no aptas físicamente o mentalmente inestables y sin conocimientos previo del proceso.
- Estar concentrado durante el funcionamiento de la máquina.
- Utilizar la máquina únicamente para el proceso para el cual fue repotenciada.
- Tener una correcta iluminación en lugar donde se encuentre la máquina
- Asegurarse de utilizar equipo de protección personal.
- Para trabajos en grandes producciones cerciorar que los rollos de plástico estén completos.
- Manipular la máquina manualmente cuando es requerido o esté en paro.
- No desconectar el sistema neumático mientras está en funcionamiento.
- No modificar los parámetros de control sin previa autorización del encargado del laboratorio.

Previo a dar inicio al proceso

- Realizar una inspección visual de los tres sistemas que dispone la máquina, cerciorándose de que no haya elementos desconectados en el tablero de control o alimañas que eviten el correcto funcionamiento de los actuadores.
- Verificar que no exista ningún elemento mecánico desajustado o flojo.
- Detectar presencia de fugas o taponamientos en el sistema neumático. De darse una de estas anomalías, no dar inicio al proceso hasta ser solucionadas.
- Verificar el correcto goteo de aceite de la unidad de mantenimiento neumático.

- Mantener cerrado el tablero de control y el cableado eléctrico protegido.
- Verificar el estado y la posición de los finales de carrera magnéticos y mecánicos.
- Verificar la frecuencia de trabajo a la que se va a trabajar.

Funcionamiento de la máquina

Paso 1: conectar el sistema eléctrico a un tomacorriente de 110 voltios.

Paso 2: energizar el sistema de control activando el breke de protección posición (arriba)

Paso 3: conectar el sistema neumático a una toma de aire disponible.

Paso 4: iniciar el proceso por medio del pulsador de inicio (botón verde)

Paso 5: colocar las botellas en zona de acomodamiento de la banda hasta conformar el paquete.

Paso 6: bajar la palanca de la estructura de empuje de botellas.

Paso 7: esperar que finalice el accionamiento de los actuadores neumáticos

Paso 8: para iniciar un nuevo ciclo, basta con levantar la palanca de la estructura de empuje de botellas o pasar por el pulsador de paro (pulsador rojo) y activar el proceso mediante el pulsador de inicio.

Advertencias

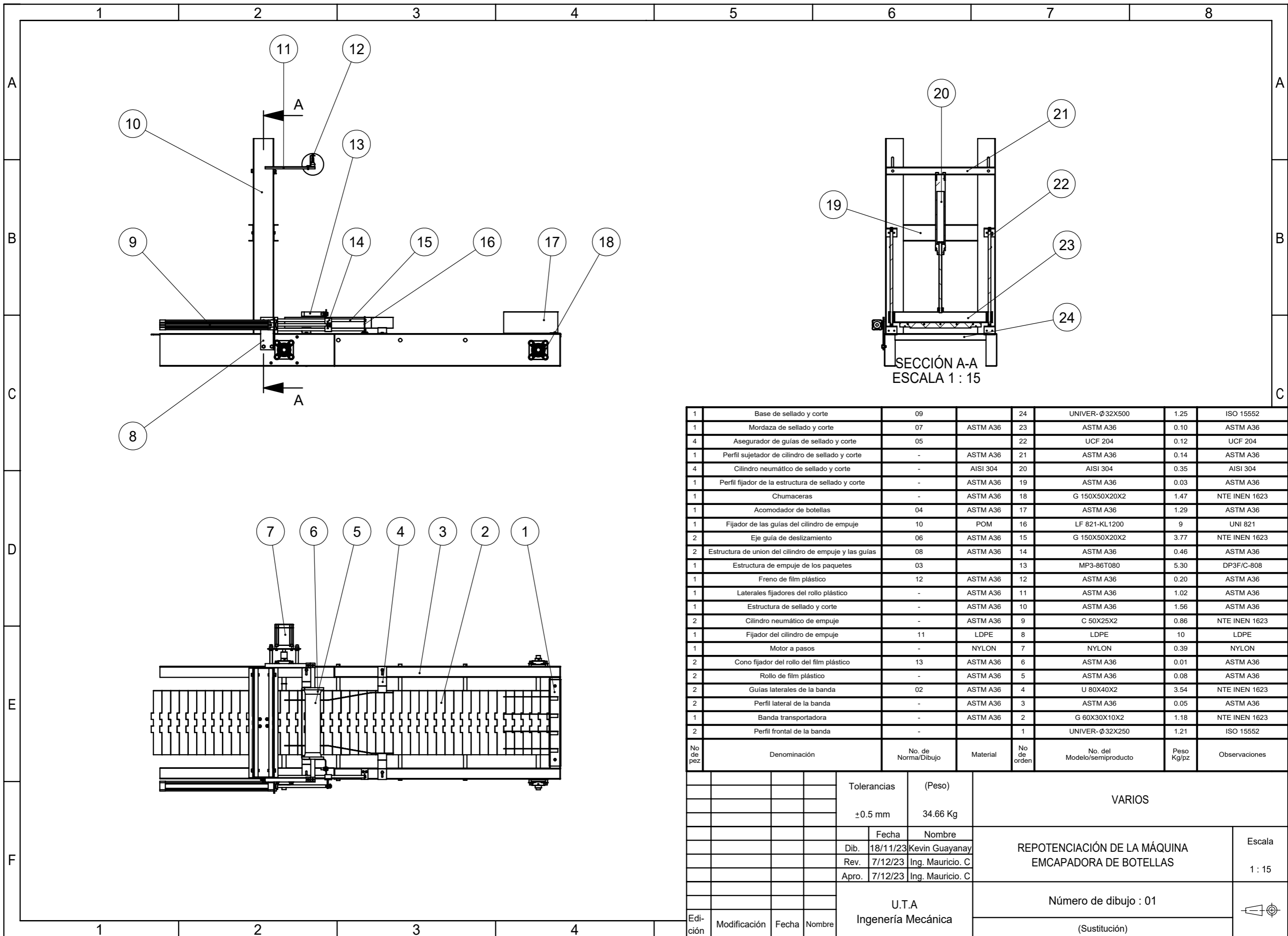
- En caso de darse una falla eléctrica, los brekes de sobre voltaje del tablero de control impedirán el paso de corriente y resguardarán los componentes internos del tablero de control. Después del fallo se debe desenchufar la máquina y revisar los elementos comprometidos, de ser necesario realizar los respectivos reemplazos.
- La máquina fue repotenciada para trabajar con botellas plásticas de 500 ml y con una superficie de contacto redonda.

- De existir un atasco en el accionamiento de alguno de los cilindros neumáticos, pulsar el botón de **paro** (pulsador de color rojo). Al ser presionado se detiene todo el proceso y los actuadores regresan a su posición inicial.

Mantenimiento

- Realizar una limpieza cada que se valla a utilizar la máquina, como mínimo dos veces por semana.
- Mantener lleno el depósito de aceite de la unidad de mantenimiento neumática.
- Mantener engrasada las guías de deslizamiento.
- Los filtros de aire de la unidad de mantenimiento neumática deben cambiarse cada 1000 horas de uso.
- Cambiar el aislante térmico de la niquelina cada 200 horas de trabajo.

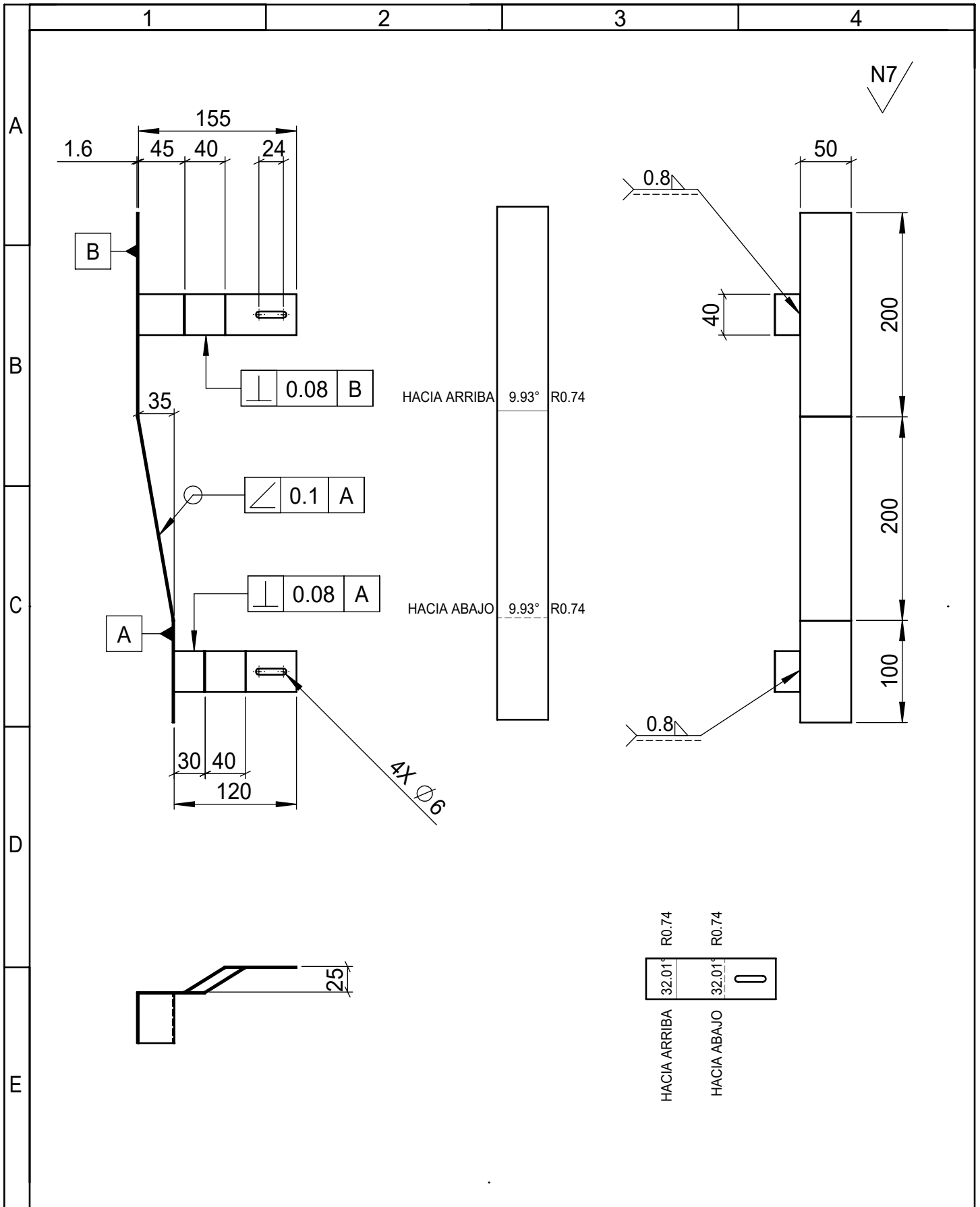
PLANOS



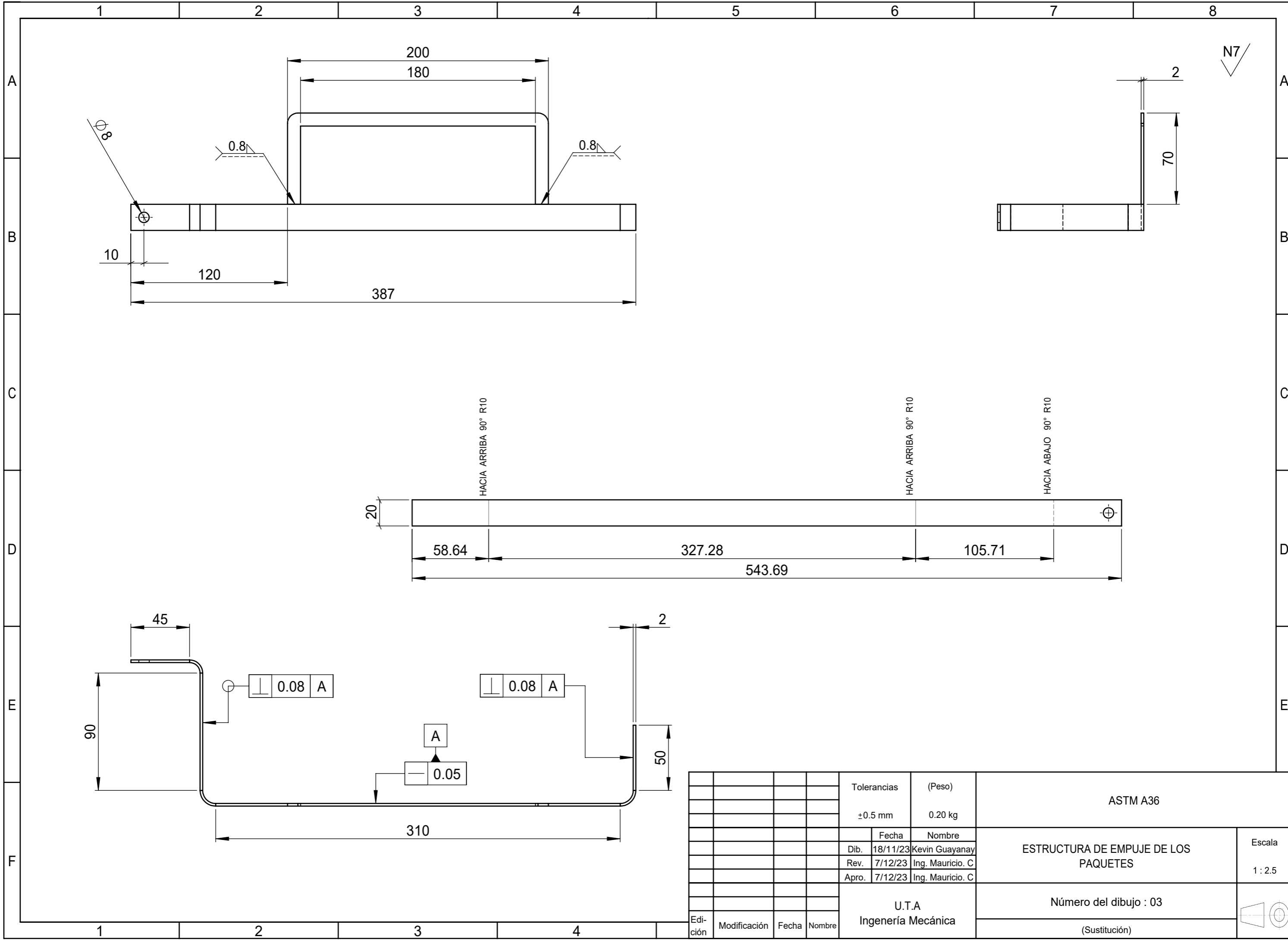
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 15

1	Base de sellado y corte	09		24	UNIVER-Ø32X500	1.25	ISO 15552
1	Mordaza de sellado y corte	07	ASTM A36	23	ASTM A36	0.10	ASTM A36
4	Asegurador de guías de sellado y corte	05		22	UCF 204	0.12	UCF 204
1	Perfil sujetador de cilindro de sellado y corte	-	ASTM A36	21	ASTM A36	0.14	ASTM A36
4	Cilindro neumático de sellado y corte	-	AISI 304	20	AISI 304	0.35	AISI 304
1	Perfil fijador de la estructura de sellado y corte	-	ASTM A36	19	ASTM A36	0.03	ASTM A36
1	Chumaceras	-	ASTM A36	18	G 150X50X20X2	1.47	NTE INEN 1623
1	Acomodador de botellas	04	ASTM A36	17	ASTM A36	1.29	ASTM A36
1	Fijador de las guías del cilindro de empuje	10	POM	16	LF 821-KL1200	9	UNI 821
2	Eje guía de deslizamiento	06	ASTM A36	15	G 150X50X20X2	3.77	NTE INEN 1623
2	Estructura de union del cilindro de empuje y las guías	08	ASTM A36	14	ASTM A36	0.46	ASTM A36
1	Estructura de empuje de los paquetes	03		13	MP3-86T080	5.30	DP3F/C-808
1	Freno de film plástico	12	ASTM A36	12	ASTM A36	0.20	ASTM A36
1	Laterales fijadores del rollo plástico	-	ASTM A36	11	ASTM A36	1.02	ASTM A36
1	Estructura de sellado y corte	-	ASTM A36	10	ASTM A36	1.56	ASTM A36
2	Cilindro neumático de empuje	-	ASTM A36	9	C 50X25X2	0.86	NTE INEN 1623
1	Fijador del cilindro de empuje	11	LDPE	8	LDPE	10	LDPE
1	Motor a pasos	-	NYLON	7	NYLON	0.39	NYLON
2	Cono fijador del rollo del film plástico	13	ASTM A36	6	ASTM A36	0.01	ASTM A36
2	Rollo de film plástico	-	ASTM A36	5	ASTM A36	0.08	ASTM A36
2	Guías laterales de la banda	02	ASTM A36	4	U 80X40X2	3.54	NTE INEN 1623
2	Perfil lateral de la banda	-	ASTM A36	3	ASTM A36	0.05	ASTM A36
1	Banda transportadora	-	ASTM A36	2	G 60X30X10X2	1.18	NTE INEN 1623
2	Perfil frontal de la banda	-		1	UNIVER-Ø32X250	1.21	ISO 15552
No de pez	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pz	Observaciones

				Tolerancias	(Peso)	VARIOS	
				±0.5 mm	34.66 Kg		
				Fecha	Nombre		
				Dib. 18/11/23	Kevin Guayanay	REPOTENCIACIÓN DE LA MÁQUINA	
				Rev. 7/12/23	Ing. Mauricio. C	EMCAPADORA DE BOTELLAS	
				Apro. 7/12/23	Ing. Mauricio. C	Escala	
				U.T.A		Número de dibujo : 01	
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			Escala 1 : 15	



				Tolerancias	(Peso)	ASTM A36	
				±0.5 mm	0.46 kg		
				Fecha	Nombre	GUÍAS LATERALES DE LA BANDA	Escala
			Dib.	18/11/23	Kevin Guayanay		1 : 5
			Rev.	7/12/23	Ing. Mauricio. C		
			Apro.	7/12/23	Ing. Mauricio. C		
				U.T.A		Número del dibujo : 02	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	



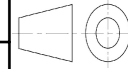
N7

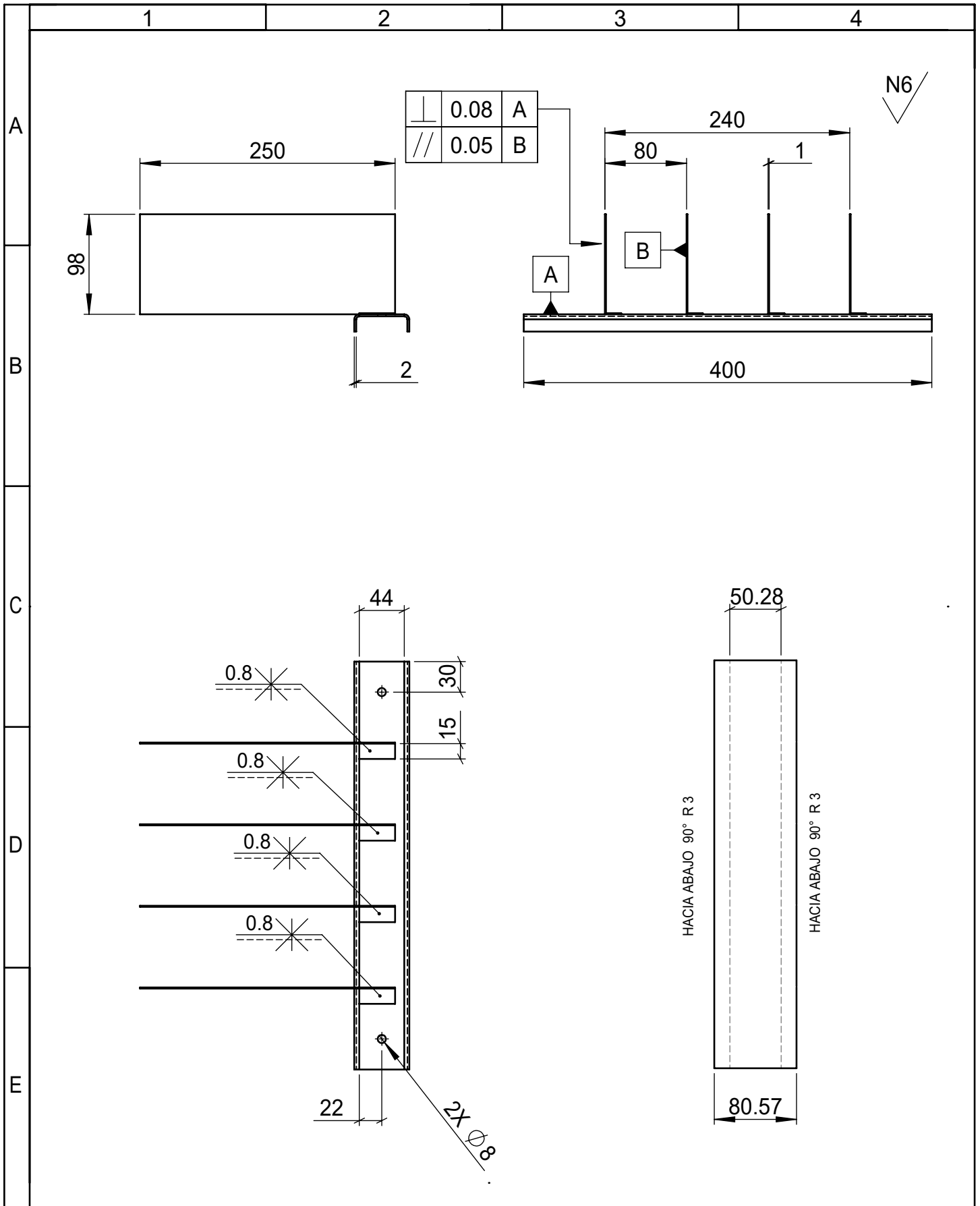
HACIA ARRIBA 90° R10

HACIA ARRIBA 90° R10

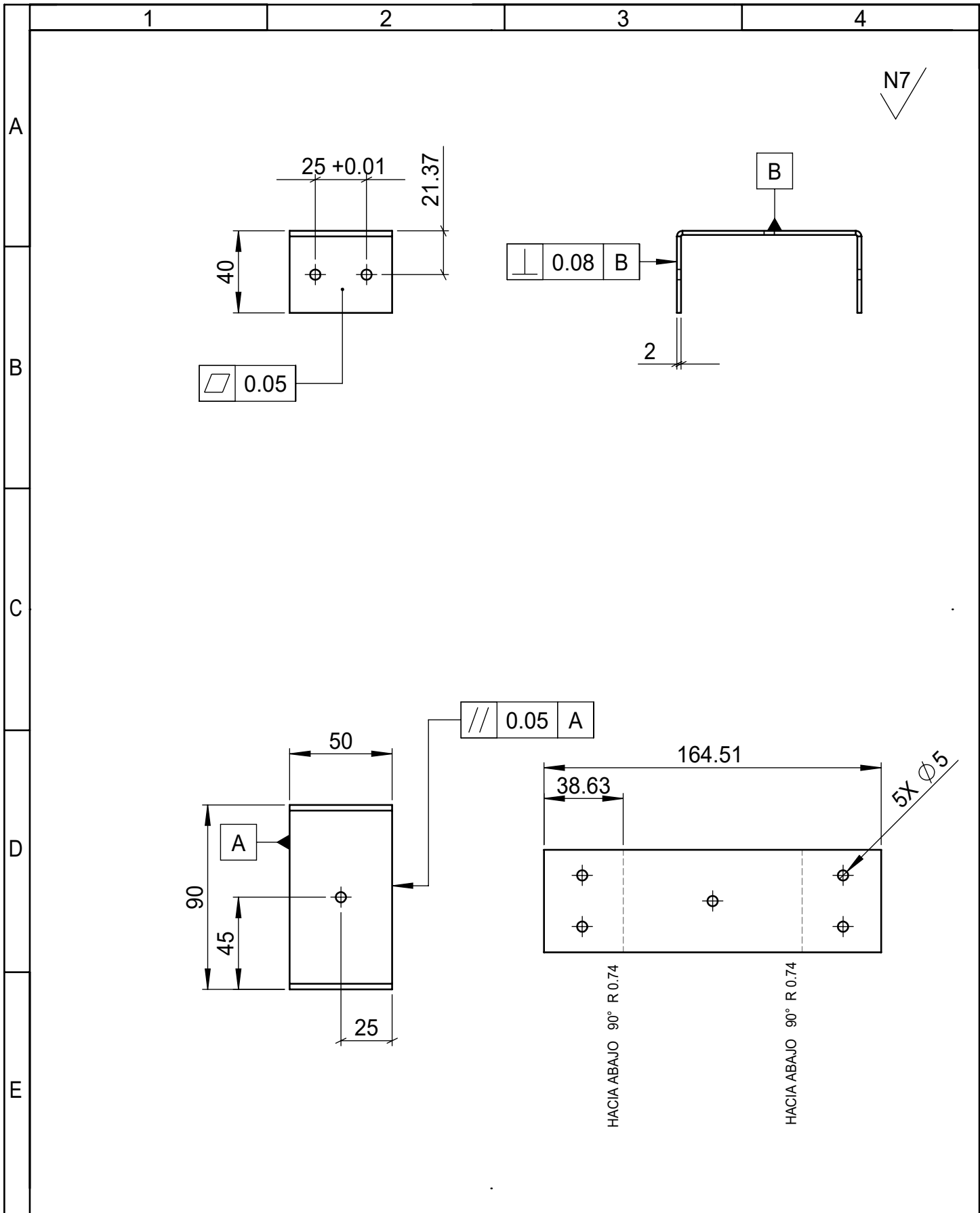
HACIA ABAJO 90° R10

				Tolerancias	(Peso)	ASTM A36	
				±0.5 mm	0.20 kg		
					Fecha	Nombre	
				Dib.	18/11/23	Kevin Guayanay	ESTRUCTURA DE EMPUJE DE LOS PAQUETES
				Rev.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	
				Apro.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	
				U.T.A		Número del dibujo : 03	
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			Escala 1 : 2.5	

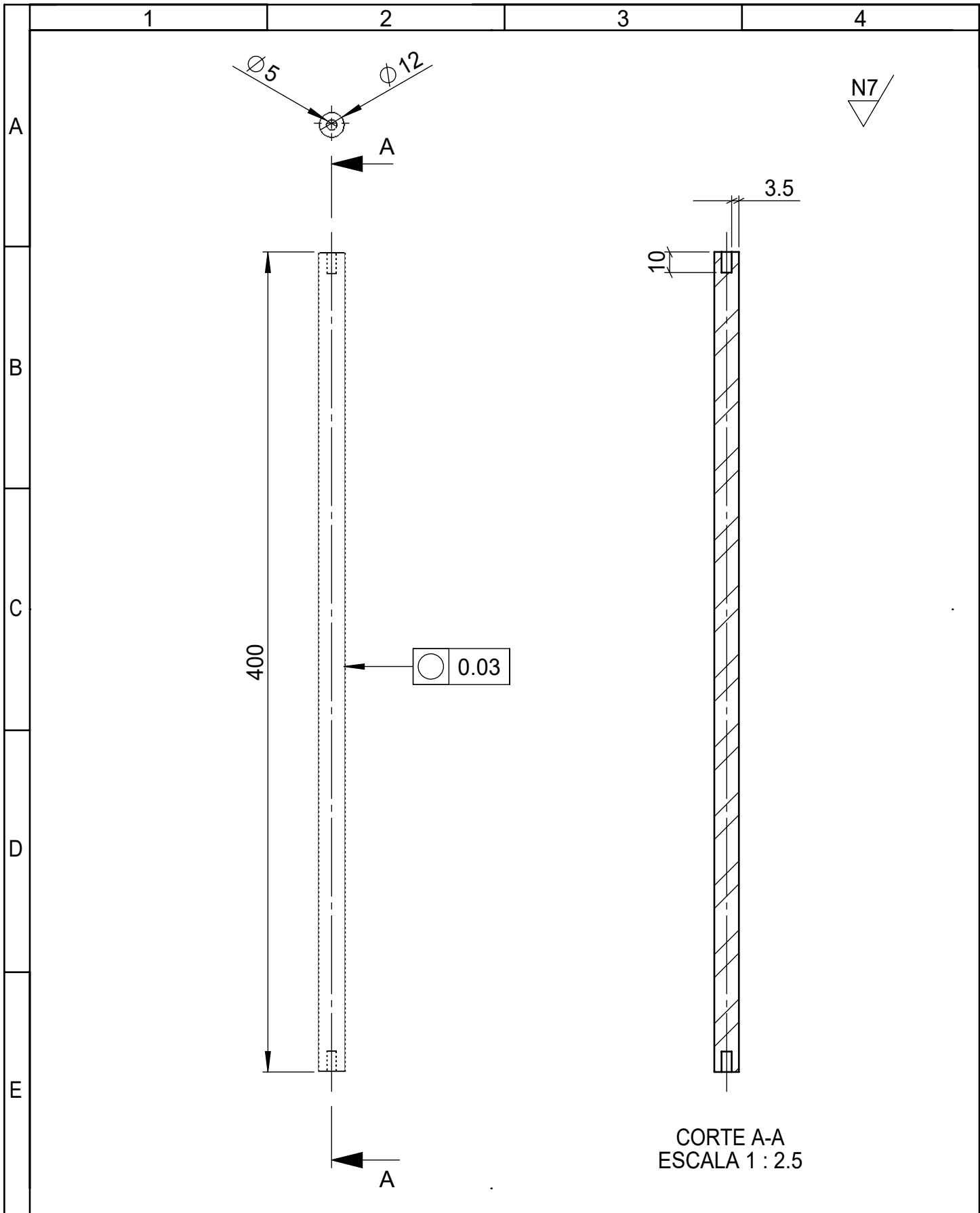




				Tolerancias	(Peso)	ASTM A36	
				±0.5 mm	1.29 kg		
				Fecha	Nombre	ACOMODADOR DE BOTELLAS	Escala
			Dib.	18/11/23	Kevin Guayanay		1 : 5
			Rev.	7/12/23	Ing. Mauricio. C		
			Apro.	7/12/23	Ing. Mauricio. C		
				U.T.A		Número del dibujo : 04	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	

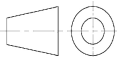


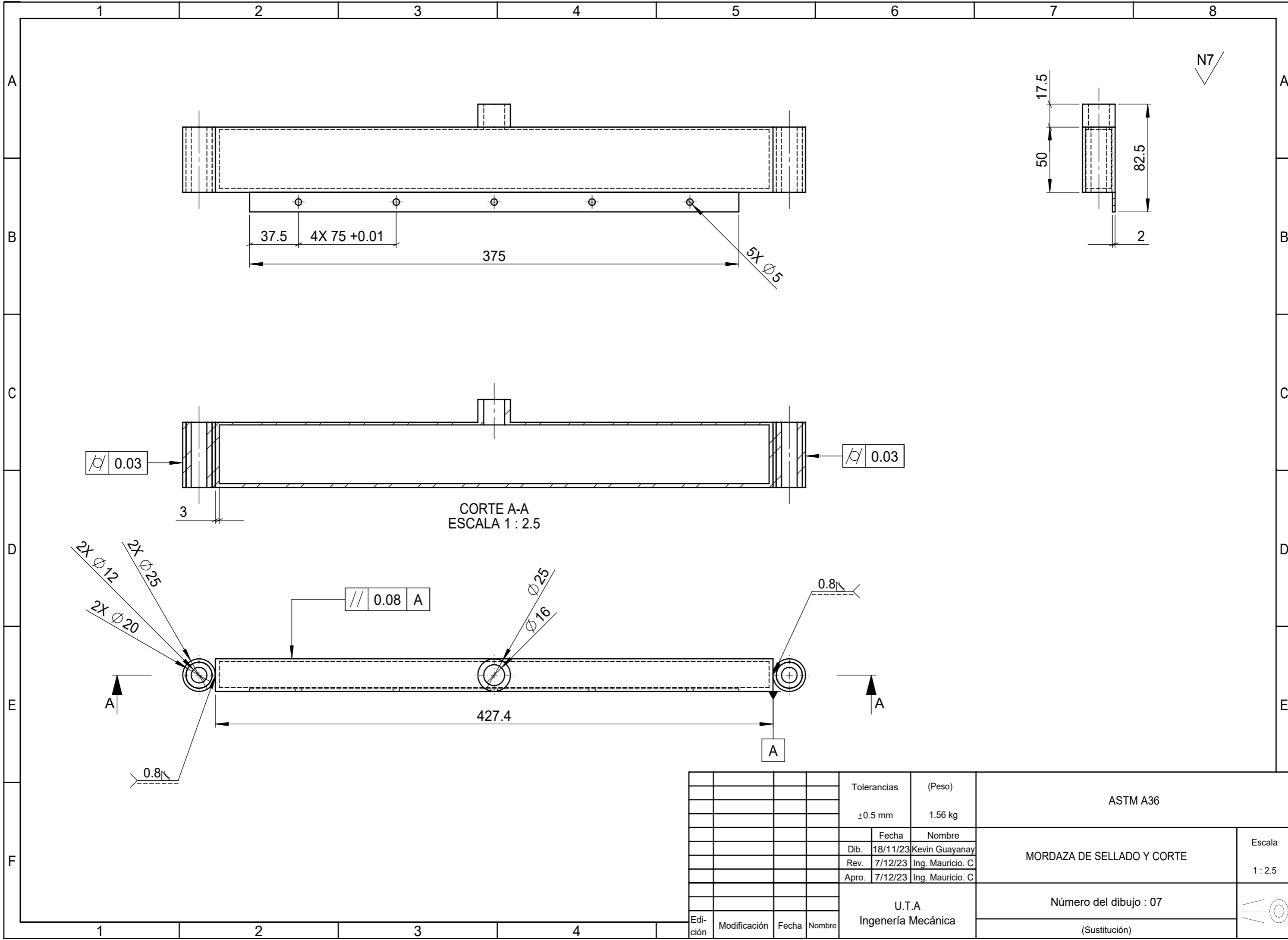
				Tolerancias	(Peso)	ASTM A36	
				±0.5 mm	0.05 kg		
				Fecha	Nombre	ASEGURADOR DE GUÍAS DE SELLADO Y CORTE	Escala
			Dib.	18/11/23	Kevin Guayanay		1 : 2.5
			Rev.	7/12/23	Ing. Mauricio. C		
				Apro.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	
				U.T.A		Número del dibujo : 05	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	



CORTE A-A
ESCALA 1 : 2.5

				Tolerancias	(Peso)	AISi 304		
				±0.5 mm	0.39 kg			
				Fecha	Nombre	EJE GUÍA DE DESLIZAMIENTO		
				Dib. 18/11/23	Kevin Guayanay			Escala
				Rev. 7/12/23	Ing. Mauricio. C			1 : 2.5
				Apro. 7/12/23	Ing. Mauricio. C	Número del dibujo : 06		
				U.T.A Ingeniería Mecánica				
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

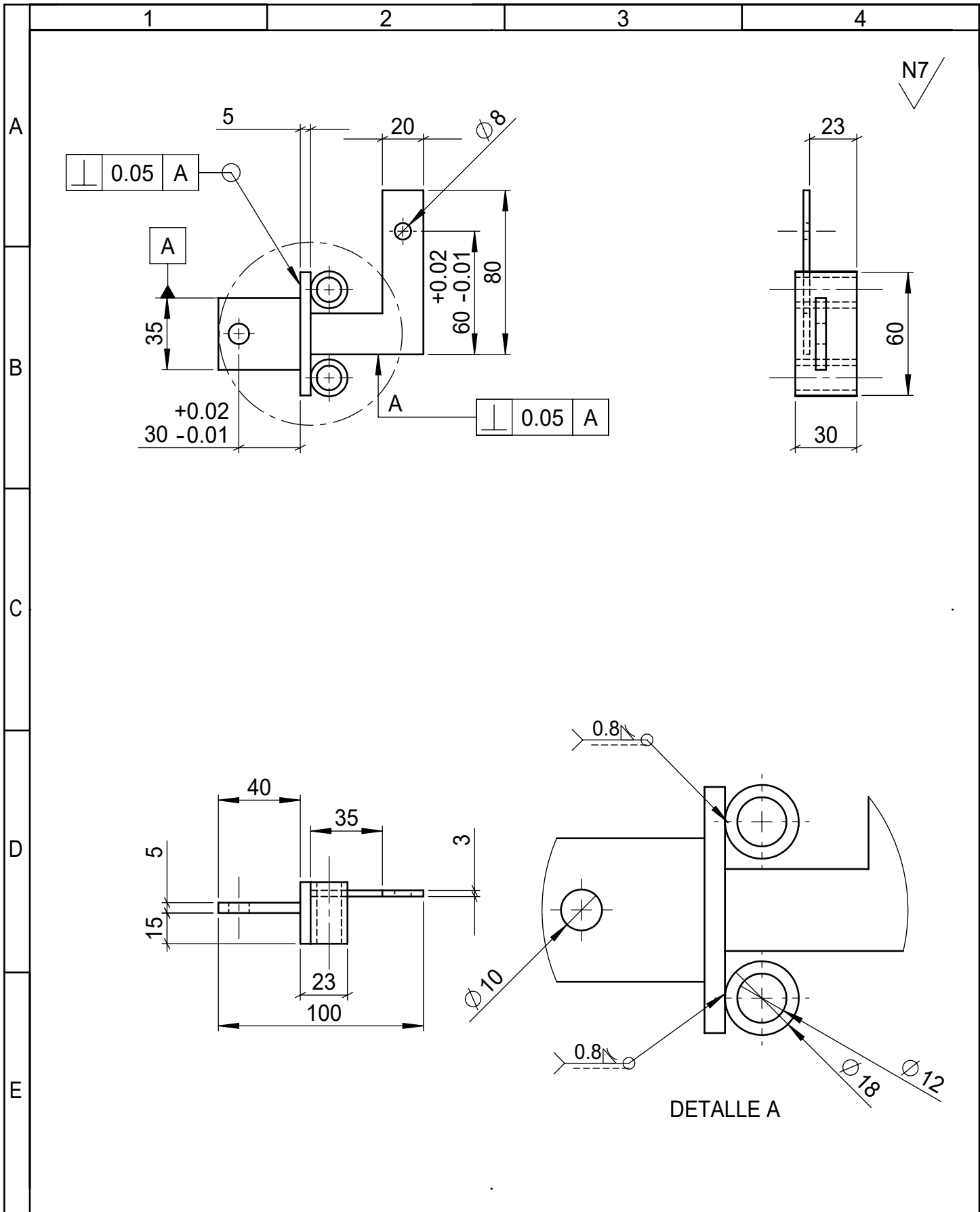


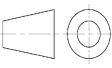


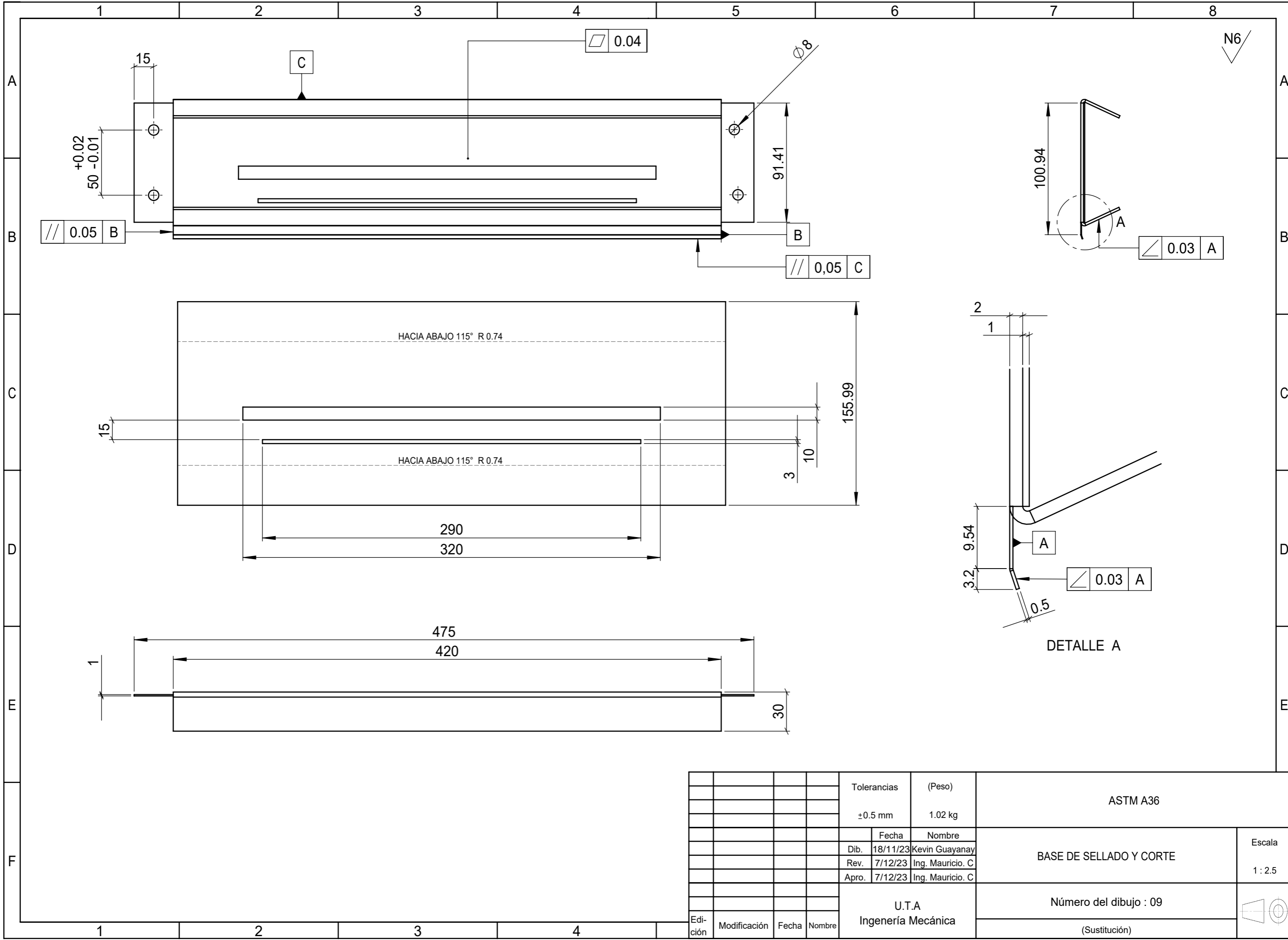
N7

CORTE A-A
ESCALA 1 : 2.5

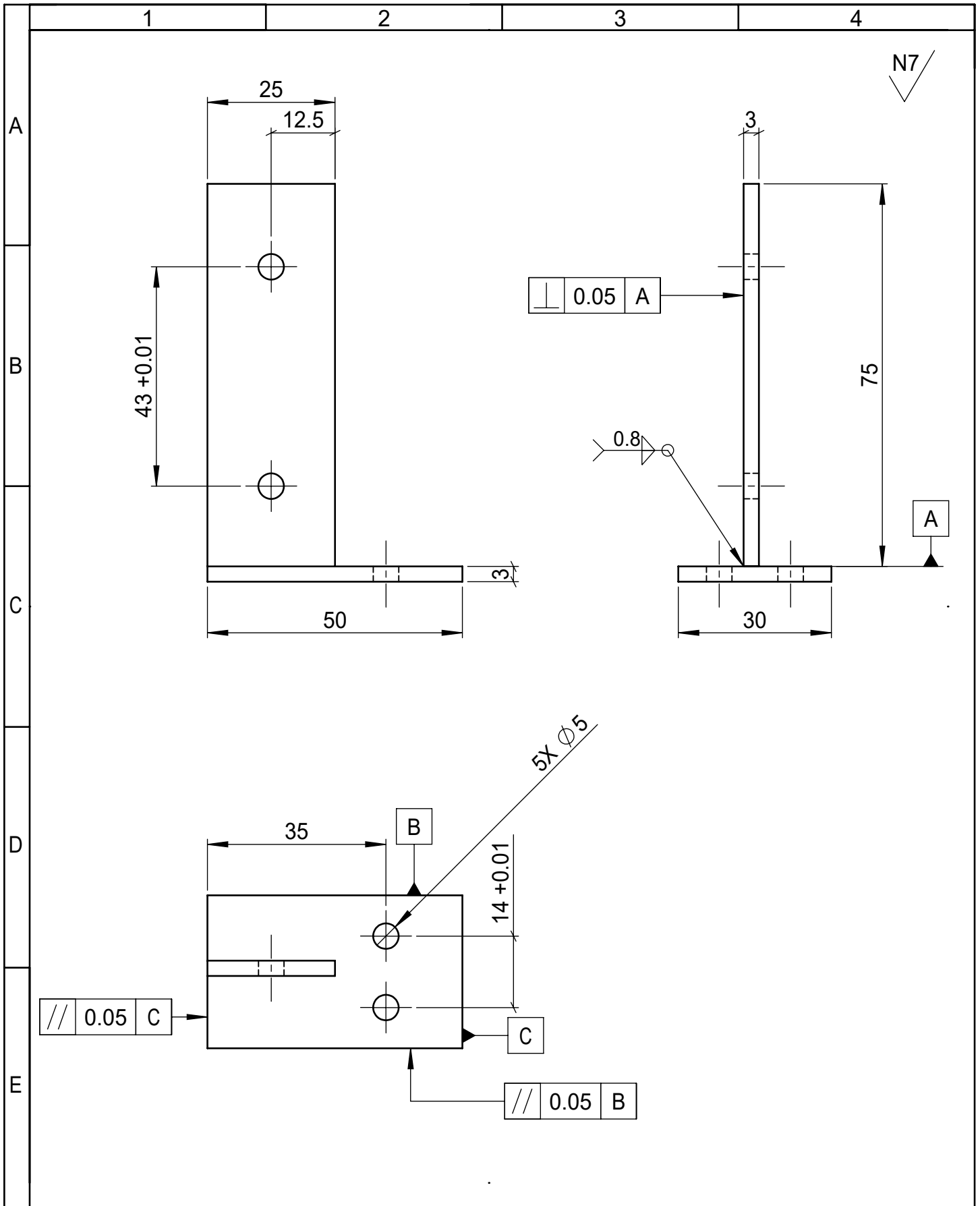
				Tolerancias	(Peso)	ASTM A36	
				± 0.5 mm	1.56 kg		
					Fecha	Nombre	MORDAZA DE SELLADO Y CORTE
				Dib.	18/11/23	Kevin Guayanay	
				Rev.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	
				Apro.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	Escala
							1 : 2.5
				U.T.A Ingeniería Mecánica		Número del dibujo : 07	
						(Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				



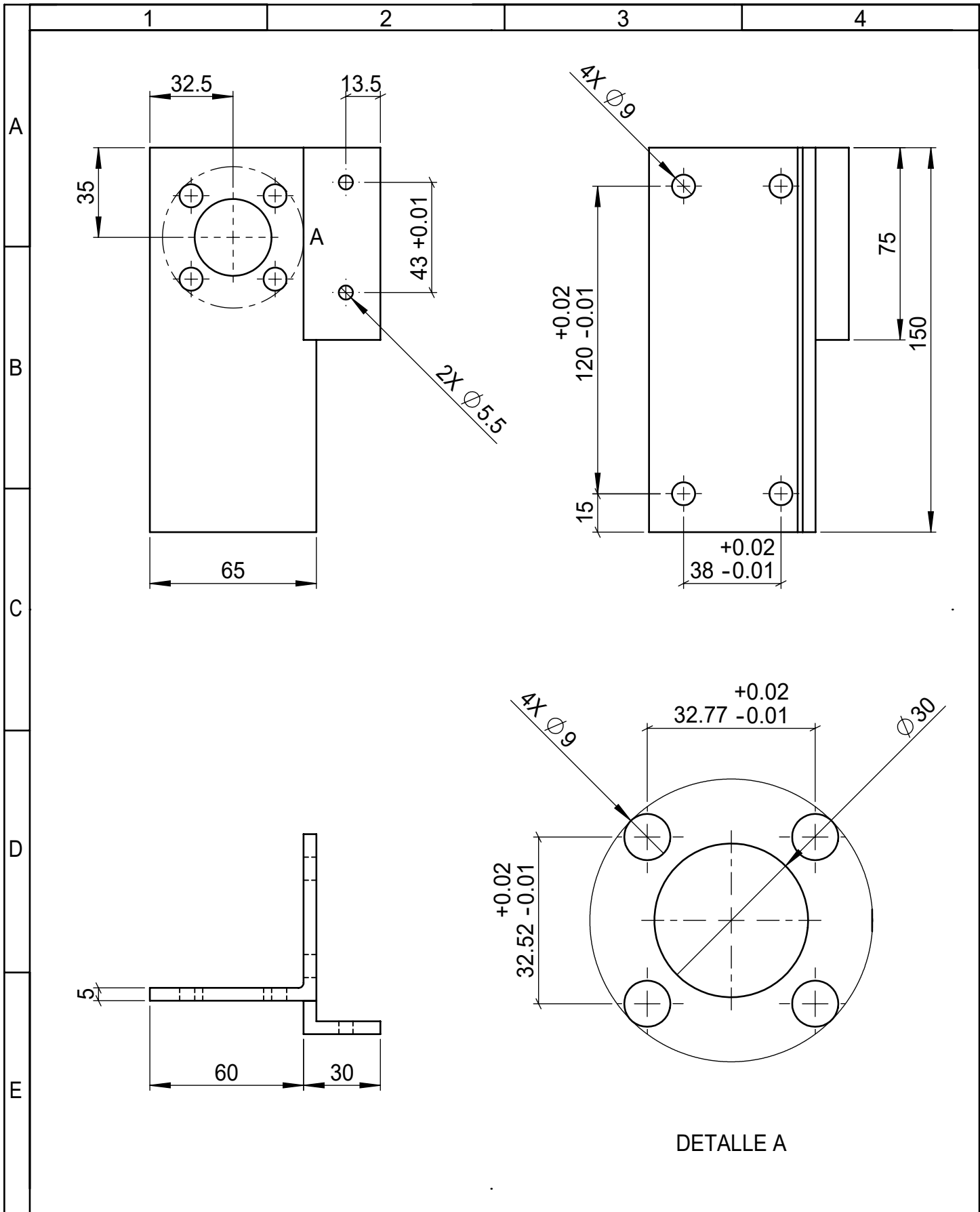
				Tolerancias	(Peso)	ASTM A36	
				±0.5 mm	0.14 kg		
				Fecha	Nombre	ESTRUCTURA DE UNIÓN DEL CILINDRO DE EMPUJE Y LAS GUÍAS	Escala
				Dib. 18/11/23	Kevin Guayanay		1 : 2.5
				Rev. 7/12/23	Ing. Mauricio. C		
				Apro. 7/12/23	Ing. Mauricio. C		
				U.T.A		Número del dibujo : 08	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	



				Tolerancias	(Peso)	ASTM A36	
				±0.5 mm	1.02 kg		
					Fecha	Nombre	
				Dib.	18/11/23	Kevin Guayanay	Escala
				Rev.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	1 : 2.5
				Apro.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	
				U.T.A		Número del dibujo : 09	
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

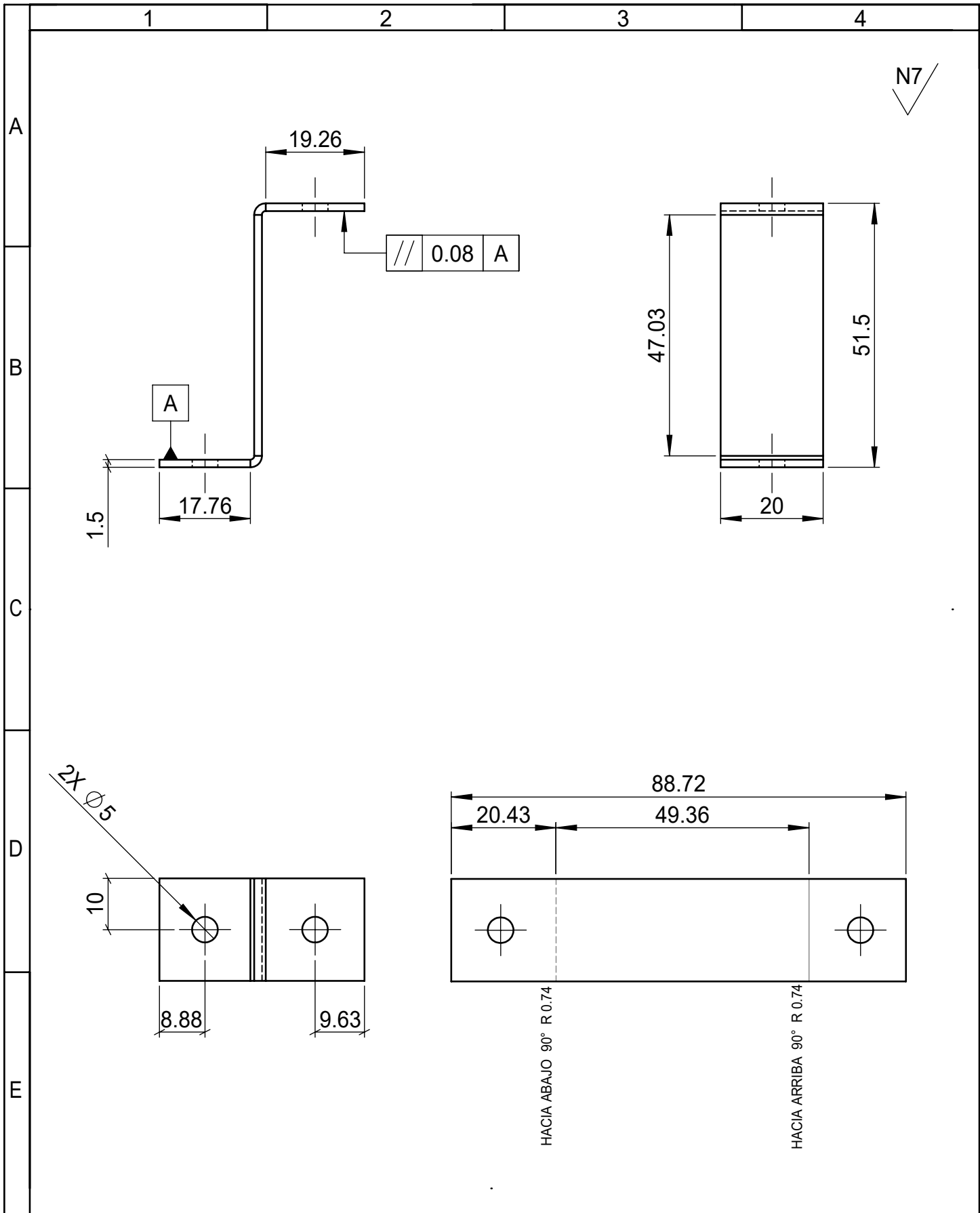


				Tolerancias	(Peso)	ASTM A36	
				±0.5 mm	0.03 kg		
				Fecha	Nombre	FIJADOR DE LAS GUÍAS DEL CILINDRO DE EMPUJE	Escala
			Dib.	18/11/23	Kevin Guayanay		1:1
			Rev.	7/12/23	Ing. Mauricio. C		
				Apro.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	
				U.T.A		Número del dibujo : 10	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	



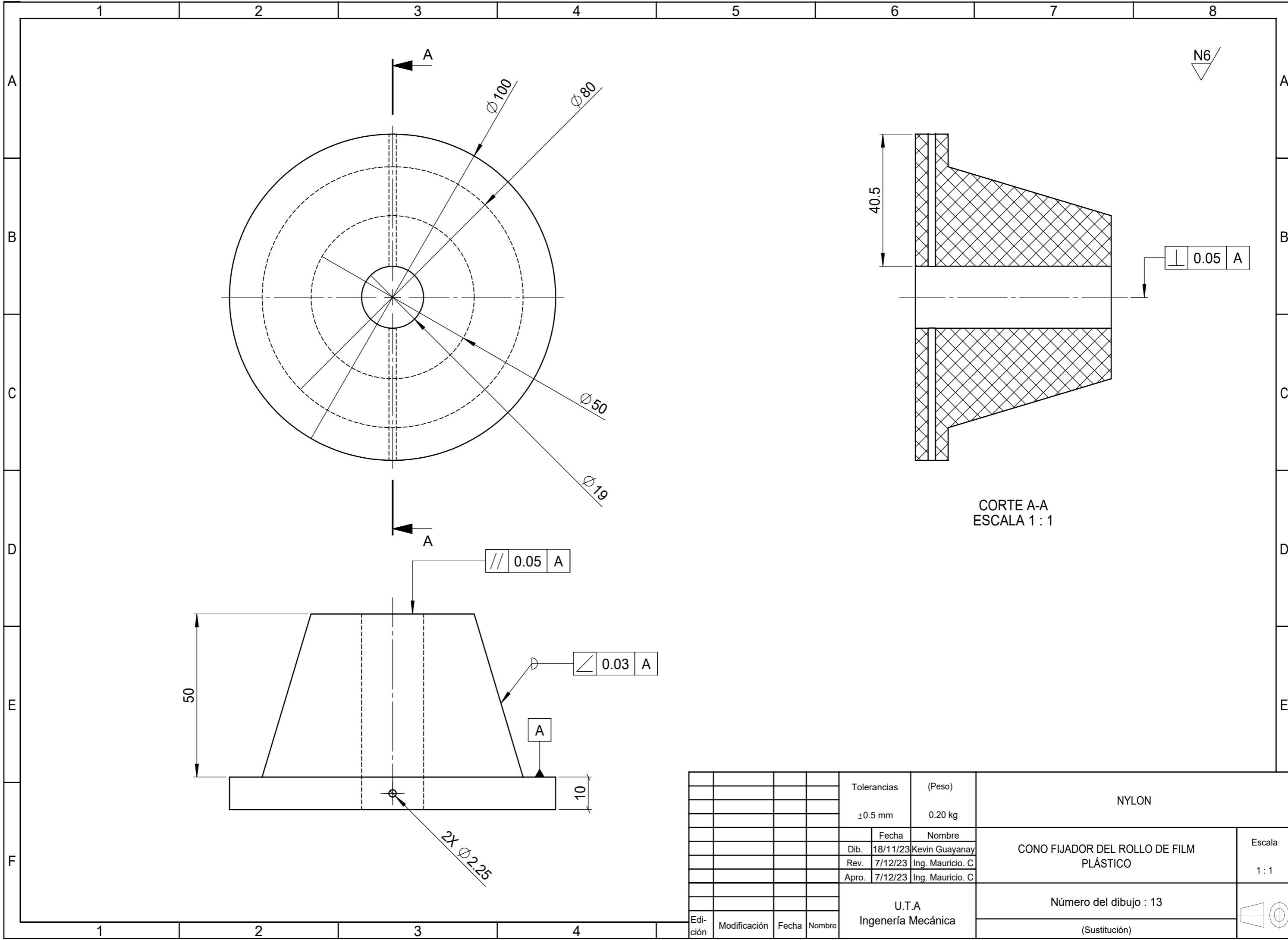
DETALLE A

				Tolerancias	(Peso)	ASTM A36	
				±0.5 mm	0.10 kg		
				Fecha	Nombre	FIJADOR DEL CILINDRO DE EMPUJE	Escala
			Dib.	18/11/23	Kevin Guayanay		1 : 2.5
			Rev.	7/12/23	Ing. Mauricio. C		
				Apro.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	
				U.T.A		Número del dibujo : 11	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	



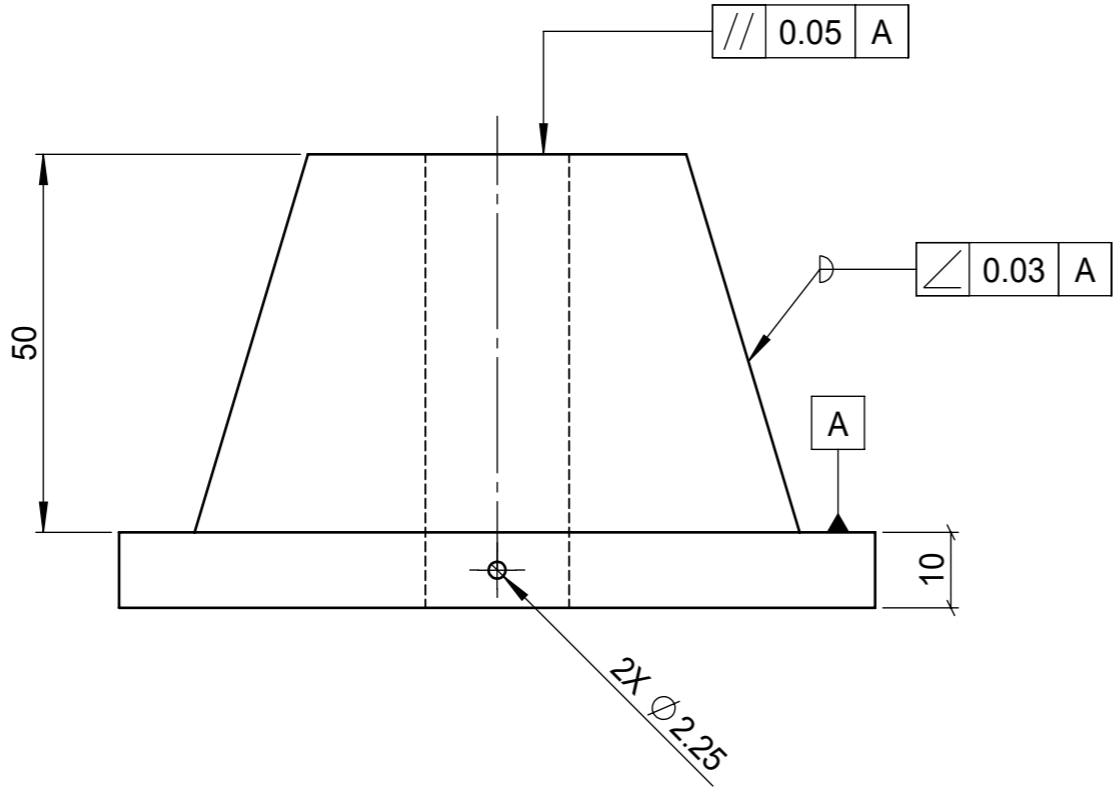
N7

				Tolerancias	(Peso)	NYLON	
				±0.5 mm	0.19 kg		
				Fecha	Nombre	FRENO DE FILM PLÁSTICO	Escala
			Dib.	18/11/23	Kevin Guayanay		1 : 5
			Rev.	7/12/23	Ing. Mauricio. C		
				Apro.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	
				U.T.A		Número del dibujo : 12	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	



N6

CORTE A-A
ESCALA 1 : 1



				Tolerancias	(Peso)	NYLON	
				±0.5 mm	0.20 kg		
					Fecha	Nombre	
				Dib.	18/11/23	Kevin Guayanay	CONO FIJADOR DEL ROLLO DE FILM PLÁSTICO
				Rev.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	
				Apro.	7/12/23	Ing. Mauricio. C	
				U.T.A Ingeniería Mecánica		Número del dibujo : 13	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
						Escala 1 : 1	

