



**“UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**“AUTOMATIZACIÓN DE LA DOBLADORA DE TEJIDO
PLANO ARTESANAL DE TEXTILES VINARDI”**

Autor:

YANDÚN URBINA WILLIAM ALBERTO

Director:

Ing. COSME MEJÍA Msc.

Ibarra – Ecuador

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.

La Universidad Técnica del Norte dentro del Proyecto Repositorio Digital Institucional determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual se pone a disposición la siguiente información:

DATOS DEL AUTOR	
CEDULA DE IDENTIDAD	040179946-5
APELLIDOS Y NOMBRES	Yandún Urbina William Alberto
DIRECCIÓN	Barrio San Andrés Panamericana Norte, San Gabriel, Carchi
E-MAIL	betodjnew89w@hotmail.com
TELÉFONO MÓVIL	0990759288
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“Automatización de la dobladora de tejido plano artesanal de textiles VINARDI”
AUTOR	YANDÚN URBINA WILLIAM ALBERTO
FECHA	JULIO DEL 2017
PROGRAMA	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MECATRÓNICA
ASESOR	Ing. Cosme Mejía Msc.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, William Alberto Yandún Urbina, con cédula de identidad Nro. 040179946-5, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la "Universidad Técnica del Norte" la publicación de la obra en el repositorio digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original, y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, julio del 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'William Alberto Yandún Urbina'.

William Alberto Yandún Urbina

C.I. 040179946-5



iii

“UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS”

DECLARACIÓN:

Yo, William Alberto Yandún Urbina, con cédula de identidad N° 040179946-5, declaro bajo juramento que: el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la “Universidad Técnica del Norte”, según lo establecido por las Leyes de la Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normativa vigente de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, julio del 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'W. Yandún Urbina'.

William Alberto Yandún Urbina

C.I. 040179946-5



"UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS"

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, William Alberto Yandún Urbina con cédula de identidad N° 040179946-5; manifiesto mi voluntad de ceder a la "Universidad Técnica del Norte" los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5,6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado; **"AUTOMATIZACIÓN DE LA DOBLADORA DE TEJIDO PLANO ARTESANAL DE TEXTILES VINARDI"**, que ha sido desarrollado para optar por el título de; **Ingeniero en Mecatrónica** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, julio del 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "William Alberto Yandún Urbina".

William Alberto Yandún Urbina

C.I. 040179946-5



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS”

CERTIFICO

Que la Tesis previa a la obtención del título de **Ingeniero en Mecatrónica** con el tema: **“AUTOMATIZACIÓN DE LA DOBLADORA DE TEJIDO PLANO ARTESANAL DE TEXTILES VINARDI”**, ha sido desarrollado y terminado en su totalidad por el Sr. William Alberto Yandún Urbina, con cédula de identidad 040179946-5, bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia.



Ing. Cosme Mejía Msc.
DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por un milagro, una segunda oportunidad de vida y aunque el camino a partir de ese día no ha sido fácil, siempre está guiándome, dándome fuerzas para superar las adversidades sin desfallecer y completar esta importante meta.

A mis padres Jeanneth Urbina y José Yandún por ser mi ejemplo de vida y brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

A mis hermanas Ana Yandún y Karol Yandún por ser una motivación para conseguir lo propuesto.

A Verónica Urbina y Diego Guillén propietarios de Textiles VINARDI, por la acogida y apoyo brindado a lo largo de este proceso.

Al Magister Cosme Mejía, Director del Proyecto por la paciencia al compartir sus conocimientos que permitieron culminar este trabajo.

Alberto Y.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a mi familia, pilares fundamentales gran ejemplo en mi vida, que siempre me brindan su apoyo incondicional inculcando en mi buenos valores, principios además un gran ejemplo de lucha y trabajo.

Alberto Y.

RESUMEN

Textiles “VINARDI” por la falta de una máquina dobladora de tejido plano , se vio en la necesidad de diseñar una máquina artesanal electromecánica que cumpla con las condiciones necesarias para el producto y clientes del tejido plano que se fabrica 100% algodón; con el fin de mejorar el proceso de esta máquina, minimizar tiempos de trabajo, reducir riesgos para los obreros y minimizar los costos de producción, se implementará un sistema de control a esta máquina, aumentando la productividad del proceso siempre con un criterio de sustentabilidad.

Se definieron los requerimientos del Sistema según a la voz del cliente y normativas, con base en esta información se determinó el material, la geometría del dispositivo y elementos a implementarse.

Se realizó el diseño del Sistema de control y mecánico necesario para sustentar la automatización.

La construcción e implementación del sistema se realizó de acuerdo con los parámetros definidos anteriormente, incorporando las debidas seguridades para el uso confiable del sistema.

Las pruebas de funcionamiento demuestran que la automatización soluciona el problema planteado mejorando notablemente el tiempo de proceso de doblado y cortado.

ABSTRACT

Textiles "VINARDI" because of the lack of a flat-woven bending machine, it was necessary to design an electromechanical machine that meets the necessary conditions for the product and customers of flat fabric that is made 100% cotton; In order to improve the process of this machine, minimize working times, reduce risks for workers and minimize production costs, a control system will be implemented to this machine, increasing the productivity of the process always with a criterion of sustainability. Textiles "VINARDI" due to the lack of a flat-woven bending machine, it was necessary to design an electromechanical machine that meets the necessary conditions for the product and clients of flat woven fabric 100% cotton; In order to improve the process of this machine, minimize working times, reduce risks for workers and minimize production costs, a control system will be implemented to this machine, increasing the productivity of the process always with a criterion of sustainability.

System requirements were defined according to the customer's voice and regulations, based on this information the material, device geometry and elements to be implemented were determined.

The design of the control system and mechanic-assisted was performed to support the automation.

The construction and implementation of the system was carried out in accordance with the parameters defined above, incorporating the necessary safeguards for the reliable use of the system.

Performance tests demonstrate that automation solves the problem posed by significantly improving the bending and cutting process time.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	i
2.	AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	¡Error!
Marcador no definido.		
3.	CONSTANCIAS	¡Error! Marcador no definido.
	DECLARACIÓN:	¡Error! Marcador no definido.
	CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	¡Error! Marcador no definido.
	CERTIFICO	¡Error! Marcador no definido.
	AGRADECIMIENTO	vi
	DEDICATORIA	vii
	RESUMEN	viii
	ABSTRACT	ix
	INTRODUCCIÓN	1
	Problema de la investigación.....	1
	Planteamiento del problema.	1
	Formulación del problema.....	1
	Antecedentes	2
	Objetivos de la investigación.....	2
	Objetivo general.	2
	Objetivos específicos.	3
	Alcance.	3
	Justificación.	5
	CAPITULO I	7

CAPITULO II	19
2.DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA.....	19
2.1 Diseño conceptual	19
Análisis funcional	19
2.3.6. Descripción del software.	67
CAPITULO III	69
3. RESULTADOS	69
IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y ANÁLISIS	69
3.1. Montaje del sistema de control.....	69
Montaje del subsistema de control.	78
Pruebas	81
Pruebas del mecanismo de medición.....	81
Análisis de resultados	86
Descripción de costos	87
Costos del proyecto.	87
Costo total	93
3.2. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	93
Análisis de costo de producción sin maquina.....	94
Utilidad	96
Metros al mes	96
Utilidad total	96
3.3. PERIODO DE LARECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	98
ANÁLISIS	102
Cálculo del costo beneficio	102

3.4. Conclusiones	104
3.5. Recomendaciones.....	104
4. BIBLIOGRAFÍA.	106
ANEXOS	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cadena textil	8
Figura 2: Diseño de tejido plano	9
Figura 3: Soporte o armazón de la bancada.....	14
Figura 4. Dispositivo doblador	16
Figura 5. Análisis funcional nivel 0	19
Figura 6. Análisis funcional nivel 1	20
Figura 7. Análisis funcional nivel 2, modulo 1	20
Figura 8. Análisis funcional nivel 2, modulo 2	21
Figura 9. Diagrama de flujo del sistema.....	22
Figura 10. Cortadora de disco para tela LEJIANG, modelo YJ-70.....	25
Figura 11. Muestra el diagrama de cuerpo libre de la Placa	26
Figura 12. Análisis resultante de Deformación unitaria.....	28
Figura 13: Catálogo de rodamientos de bolas de ranura profunda de una sola hilera.....	29
Figura 14. Rodamiento NSK 6800 VV	30
Figura 15. Clases de ajustes y aplicación	31
Figura 16. Tolerancias recomendadas en pulgadas	32
Figura 17. Tolerancias recomendadas en milímetros	32

Figura 18. Diámetros máximos, mínimos del eje y masa.....	33
Figura 19. Características técnicas para selección del cilindro	35
Figura 20. Diagrama del Cuerpo Libre del Eje	36
Figura 21: Pruebas para obtener la fuerza de empuje.....	39
Figura 22. Datos técnicos selección motor cortadora.....	43
Figura 23. Piñón de 16 dientes.	45
Figura 24. Catalogo de piñones.	46
Figura 25: Terminología general de las cadenas.	49
Figura 26. Catálogo de cadenas.....	50
Figura 27. Micro interruptor Z-15GW2	52
Figura 28. Señales del encoder incremental óptico	53
Figura 29. Especificaciones técnicas.....	56
Figura 30. Hanyoung nux 43828/HE50B-8-600-3-T-24.....	57
Figura 31. Tipos de mediciones longitudinales.....	57
Figura 32. Factor de calibración.....	58
Figura 33. Acople para toma de referencia entre ppr y metros	59
Figura 34. PLC SIEMENS LOGO! 12/24 RC	62
Figura 35 Pantalla HMI LOGO TD.....	64
Figura 36. Características tableros comerciales I.P.54	65
Figura 37 Gabinete metálico,distribución de componentes.....	66
Figura 38 Esquema generalizado de programación LOGO! Soft Comform	66
Figura 39. Diagrama de flujo montaje máquina.....	70
Figura 40 Diagrama de flujo montaje del mecanismo de corte.....	72
Figura 41. flujograma montaje de mecanismo de corte.....	77

Figura 42 Gabinete de control parte interior	79
Figura 43 Gabinete de control parte externa	80
Figura 44. ESTRUCTURA DE LOGO! 12/24 RC	112
Figura 45. FUENTE DE PODER LOGO! POWER 24 VDC	113
Figura 46. PROGRAMA LOGO	115
Figura 47 Gabinete de control parte interior	117
Figura 48 Gabinete de control parte externa	118
Figura 49. Verificación que el encoder.	120
Figura 50. Verificación base de la cortadora no esté en contacto con el sensor.	121
Figura 51. Inicializar Sistema.....	121
Figura 52. cambio de las luces piloto	122
Figura 53. Inicialización del Sistema por defecto en 40 metros.....	123
Figura 54. Selección Manual del Sistema	123
Figura 55. Pulsación tecla F4	124
Figura 56 luz piloto azul.....	125
Figura 57. Reinicio del Conteo.....	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Regulaciones manuales máquina.....	4
Tabla 2. Tabla comparativa de cortadoras.....	24
Tabla 3. Características del rodamiento	29
Tabla 4. Valores de fuerza de empuje	39

Tabla 5. Valores de tiempos de prueba	40
Tabla 6. Datos técnicos para la selección del Interruptor.....	51
Tabla 7. Comparación encoder incremental y absoluto	54
Tabla 8. Características Técnicas de Encoders.....	55
Tabla 9 Requisitos del sistema	60
Tabla 10. Características técnicas de PLCs.....	61
Tabla 11. Características módulo digital DM8.....	63
Tabla 12. Actividades generales de ensamblaje.....	69
Tabla 13. Actividades mecanismo de corte.....	71
Tabla 14. Implementación mecanismo de corte	74
Tabla 15. Actividades mecanismo de medición.....	77
Tabla 16.. Gráficos mecanismo de medición	78
Tabla 17. Resultados de pruebas de medición realizadas para 10 [m].....	82
Tabla 18. Resultados de pruebas de medición realizadas para 50 m.....	83
Tabla 19. Resultados de pruebas de medición realizadas para 50 [m].....	84
Tabla 20. Resultados de pruebas de medición realizadas para rollos de 50 [m] en 1 [hora]..	85
Tabla 21. Resultados de pruebas de medición realizadas para 50 m.....	86
Tabla 22. Elementos de la fabricación	88
Tabla 23. Costos directos de fabricación sistema mecanismo de corte.....	88
Tabla 24. Costos directos de fabricación sistema de frenado.....	90
Tabla 25. Costos directos de fabricación de gabinete y accesorios de control.....	90
Tabla 26. Total costos directos de fabricación	91
Tabla 27. Total costos indirectos de fabricación.....	92
Tabla 28. Costo total.....	93

Tabla 29. Materia prima1	94
Tabla 30. Mano de Obra 1	94
Tabla 31. Costos indirectos de fabricación 1	95
Tabla 32. Costos de producción unitarios y porcentaje de utilidad 1	95
Tabla 33. Utilidad obtenida mes 1	96
Tabla 34. Materia prima2	96
Tabla 35. Mano de Obra 2	97
Tabla 36. Costos indirectos de fabricación 2	97
Tabla 37. Costos de producción unitarios y porcentaje de utilidad 2	98
Tabla 38. Utilidad obtenida mes 2	98
Tabla 39. Análisis comparativo de utilidades	99
Tabla 40. Margen de Utilidad Con Maquina	100
Tabla 41. Utilidad adicional	101
Tabla 42. Periodo de recuperación 1	101
Tabla 43. Periodo de recuperación 2	101
Tabla 44. Costo - Beneficio	102
Tabla 45. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PLC 12/24 RC	111
Tabla 46. Características LOGO! Power 24 V/2.5 A	113
Tabla 47. Plan de mantenimiento	126
Tabla 48. Plan de mantenimiento	127
Tabla 49. Plan de mantenimiento	128
Tabla 50. Plan de mantenimiento	129
Tabla 51. Plan de mantenimiento	130
Tabla 52 Plan de mantenimiento	130

Tabla 53. Plan de mantenimiento	131
Tabla 54. Plan de mantenimiento	131

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Esfuerzo de compresión.....	27
Ecuación 2 Cálculo factor de seguridad	27
Ecuación 3 Tolerancia de la masa y eje.....	33
Ecuación 4 Diámetro máximo de la masa	34
Ecuación 5 Diámetro máximo de la masa	34
Ecuación 6 Diámetro máximo del eje	34
Ecuación 7 Diámetro mínimo del eje	34
Ecuación 8 Cálculo de potencia requerida	38
Ecuación 9 Calculo de velocidad media (cortadora de tela)	41
Ecuación 10. Cálculo de la potencia requerida	41
Ecuación 11. Calculo potencia corregida	42
Ecuación 12. Calculo de la protección con fusible.....	43
Ecuación 13. Cálculo de la corriente de protección	44
Ecuación 14 Cálculo de diámetros externo del piñón	47
Ecuación 15. Diámetro primitivo del piñón	47
Ecuación 16. Cálculo de las rpm movidas.....	48
Ecuación 17. Calculo del paso para todos los elementos	48
Ecuación 18. Cálculo del largo de la cadena	50

INTRODUCCIÓN

Problema de la investigación.

Planteamiento del problema.

El sector textil, especialmente la sección de tejeduría plana y acabados es una de las más importantes en toda la cadena productiva, ya que es la encargada de proporcionar el proceso final para obtener un producto de calidad que permanezca en el mercado nacional e internacional. [1]

Textiles “VINARDI” por la falta de una máquina dobladora de tejido plano , se vió en la necesidad de diseñar una máquina artesanal electromecánica que cumpla con las condiciones necesarias para el producto y clientes del tejido plano que se fabrica 100% algodón; con el fin de mejorar el proceso de esta máquina, minimizar tiempos de trabajo, reducir riesgos para los obreros y minimizar los costos de producción, se implementará un sistema de control a esta máquina, aumentando la productividad del proceso siempre con un criterio de sustentabilidad. [2]

Esta microempresa posee dos telares para la elaboración de tela con una producción aproximada en cada máquina de 104.95 m/día, la empresa debido al aumento en sus demandas está próxima a la adquisición de 4 nuevos telares esto aumentaría considerablemente la producción de tela a doblarse y enrollarse. Debido a los aspectos mencionados, la implementación del sistema produciría grandes beneficios dentro de los diferentes procesos de producción textil, aumentando la eficiencia de manera sustentable, en el doblado y enrollado del material antes mencionado, a través de la automatización en la máquina dobladora. Un aspecto importante para el desarrollo del proyecto es que el sector de aplicación no dispone de este servicio.

Formulación del problema.

Determinación del sistema de control y mecánica para la automatización de la dobladora de tela que mejore la eficiencia, calidad, facilitando el manejo del proceso de doblado, conteo y corte cumpliendo con las normas y con los requerimientos dados por el cliente.

Antecedentes

Como se especificó anteriormente este trabajo de investigación es una continuación de la máquina realizada por el Ing. Diego Guillén ex-estudiante de la carrera de Ing. Textil de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte, cuyo trabajo de grado lleva por título “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE UNA DOBLADORA DE TEJIDO PLANO TIPO ARTESANAL PARA TEXTILES VINARDI” siendo esta una máquina electromecánica manual, necesita del control y supervisión continuo de un operario para realizar su proceso.

Además dentro de este contexto existe un trabajo de grado realizado por el Sr. Males Lema Luis Eduardo estudiante de la carrera de Ing. Mecatrónica, con el tema “MÁQUINA AUTOMÁTICA TENEDORA DE TELA PARA TALLERES TEXTILES ARTESANALES”.

Para contribuir con la continuación del primer trabajo ya mencionado es necesario la implementación de un sistema de control con la tecnología necesaria para mejorar:

- Tiempos de producción.
- Disminución significativa del porcentaje de errores en el doblado y enrollado de la tela.
- Reducción del tiempo de supervisión y control del operario encargado de la máquina.
- Mayor exactitud dentro de los parámetros de calidad requeridos en la medición de la tela doblada y enrollada.
- Mayor precisión y calidad en el corte al finalizar el enrollado.

Objetivos de la investigación.

Objetivo general.

Automatizar el doblado y enrollado de tela mediante la implementación de un sistema de control, orientado a la mejora en la exactitud y disminución de tiempo en el proceso; incrementar el rendimiento de esta máquina.

Objetivos específicos.

- Conocer los diferentes métodos de corte, doblado y enrollado de tela para poder plantear una solución específica a través de la automatización de estos procesos.
- Determinar los parámetros que se deben considerar en el proceso de doblado y enrollado de tela para ser implementados en el diseño del sistema
- Implementar un sistema de corte de la tela, una vez terminado el proceso de doblado y enrollado, sin la necesidad de realizarlo manualmente.
- Implementar un controlador lógico programable con sus respectivos sensores y actuadores para automatizar esta máquina.
- Implementar una pantalla HMI para facilitar la manipulación del proceso.
- Realizar la calibración y verificación del sistema ante condiciones reales de trabajo que asegure su correcto funcionamiento.

Alcance.

Con el presente proyecto se logrará mejorar de manera significativa la eficiencia en el doblado y enrollado de tela en forma rápida y precisa según normas técnicas de producción, sin la necesidad de realizarlo de forma manual. La máquina en su estado actual logra 4.5 rollos/hora en su producción, el sistema de control se encarga de dirigir el doblado y enrollado de 10 rollos/hora aproximadamente con una longitud de 50 metros de largo y 91cm de ancho a enrollarse en el eje secundario, es decir el doblado que realiza la máquina es aproximadamente la mitad de nuestro rollo primario de 1.82m de ancho.

En cuanto al volumen la dobladora permite tres diferentes límites de regulación, mostrados en la Tabla 1, los cuales se van a monitorear por un subsistema de control que está constituido por un PLC permitiendo así evitar las diferentes regulaciones que tiene en el eje de

enrollado de la máquina, se logrará mediante un sistema que permitirá realizar una medición longitudinal precisa, con la implementación de un sistema que digitalizará la señal a un programa informático, del cual obtendremos como resultado el número de metros enrollados. [2]

Además se podrá ingresar diferentes medidas en unidades enteras que en este caso serían metros de acuerdo a la longitud requerida por el operario, con el fin de obviar las regulaciones manuales se ubicará el sistema en la tercera regulación, siendo esta el volumen máximo permitido por la máquina; el proceso de medición se realizará automáticamente y se activará al momento de finalizar el ciclo de enrollado, En la Tabla 1 se visualiza las regulaciones antes mencionadas.

Tabla 1. Regulaciones manuales máquina

Regulación	Distancia en cm	Longitud de tela en metros
1	9	50
2	11,5	100
3	14	150

Para garantizar un buen templado y una correcta alineación en la tela se implementará un dispositivo de ajuste en la velocidad de giro en el eje del sistema desenrollador, ubicado en un extremo del mismo.

Se incorporará un sistema de corte automático que trabajará con desplazamiento lineal, el que es determinado por el operario.

Estos sistemas tendrán un panel de control que estará constituido por botones de inicio y parada del proceso, luces de alarma para aviso de posibles errores, una pantalla HMI donde se podrá seleccionar el modo de operación de la máquina, permitirá ingresar la longitud de los rollos en modo automático y se podrá visualizar variables como: los metros de tela enrollados en el proceso y el número de rollos producidos en una jornada de trabajo.

Justificación.

Los sectores micro empresariales del cantón Ibarra y en general de la provincia de Imbabura dedicados a la producción textil, no poseen la tecnificación e implementación dentro de sus procesos productivos; esto se debe a la falta de inversión por los bajos recursos económicos que una pequeña industria posee en sus inicios. Esto tiene como resultado varios factores que inciden en la disminución de la eficiencia en el proceso textil como: minimización de la calidad final del trabajo, aumento en los tiempos de los procesos productivos y mayores riesgos de accidentes para los obreros u operarios. [2]

En la actualidad en la microempresa TEXTILES VINARDI poseen una dobladora pero su funcionamiento está quedando obsoleto por la falta de mantenimiento e implementación de la tecnología necesaria, que permita en un futuro el incremento en la producción; en consecuencia, es factible realizar su readecuación, automatizar su proceso de doblado y enrollado de tela.

De datos tomados anteriormente de la máquina en su óptimo funcionamiento y por las pruebas realizadas en la misma se determinó que dobla y enrolla 4.5 rollos de tela en una hora, siendo una producción baja dentro de lo requerido en una hora, en especial debido a que la microempresa está pensando en la adquisición de 4 nuevos telares que aumentaría la producción de tela en gran porcentaje, necesitando así mejorar la eficiencia en el trabajo de la dobladora. [2]

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se habla sobre todos los fundamentos teóricos que servirán como base de estudio, necesarios para desarrollar este proyecto.

1.1. Las industrias textiles en el Ecuador

1.1.1. Historia y actualidad.

La industria textil ecuatoriana tuvo sus inicios en la época colonial, donde los tejidos eran fabricados con manufactura rudimentaria y posteriormente industrial de la lana de oveja, y no fue hasta inicios del siglo XX donde se introduce el algodón y no es hasta el año de 1950 que se afianza su uso dentro de la industria ecuatoriana. [3]

A lo largo del tiempo y en la actualidad las industrias textiles se han asentado en las distintas zonas de nuestro país siendo Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Guayas las provincias con mayor índice de crecimiento en la manufactura textil, la mayor inversión e investigación ha llevado a que hoy en día se fabrique una gran variedad de productos textiles, siendo los hilados y los tejidos los más importantes en cuanto a producción, sin dejar a un lado las diferentes confecciones textiles como: manufacturas para el hogar y prendas de vestir. [3]

La materia prima para la elaboración de esta diversidad de productos textiles que se fabrican en nuestro país proviene de diferentes tipos de fibra como poliéster, nylon, acrílicos, lana, seda y el mencionado algodón. [3]

La actividad textil se ha convertido en una gran fuente de empleo con la demanda de mano de obra calificada y no calificada, llegando a ser el segundo sector manufacturero que más emplea luego del sector de alimentos, bebidas y tabacos. [3]

En la Figura 1. se puede observar un resumen del proceso que realiza la industria o la cadena textil que se sigue dentro de la manufactura.

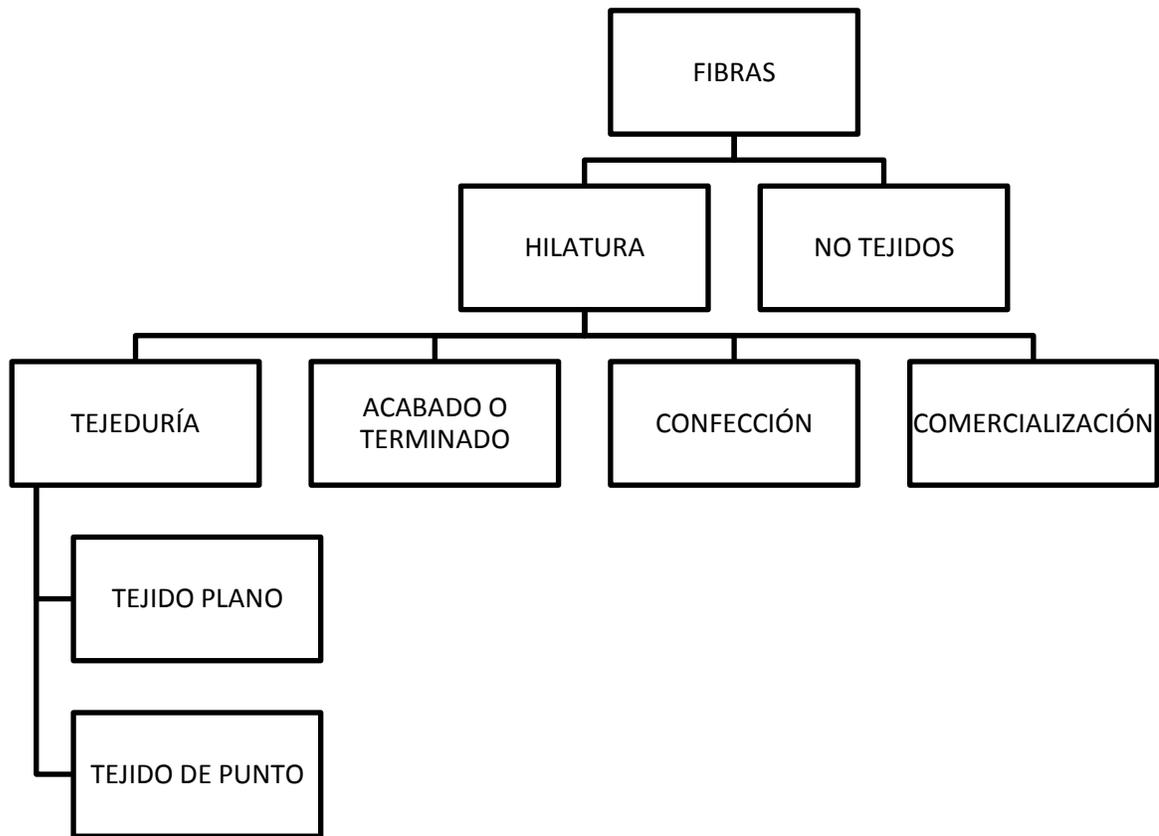


Figura 1. Cadena textil [4]

1.1.2. Subsectores de la industria textil.

” Podemos observar que varios subsectores son parte esencial de esta industria, como consta en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas de los cuales se incluyen los siguientes: Preparación, hilatura y tejidos de fibras y productos textiles, acabados de productos textiles, fabricación de tapices y alfombras” [4]. En relación a estos subsectores ya mencionados podemos generalizarlos en varios sectores primarios como el agrícola, ganadero, industria química, industria de plásticos entre otras, los cuales se ven directa o indirectamente beneficiados por esta industria.

Este análisis nos permite no solo observar los sectores donde se encuentran establecidas las empresas textiles y los subsectores que están relacionados con este proceso de manufactura sino darnos una perspectiva presente y futura de si esta podría avanzar dentro del Ecuador y hacia los

mercados de un mundo cada vez más capitalista y globalizado, donde los estándares cada vez son más exigentes. [5]

1.2. Elaboración de tejido plano

Telas que se llevan a cabo en las máquinas conocidas como telares, con una contextura plana y de buena maleabilidad, su elaboración se basa en entrelazar perpendicularmente dos o más hilos, por sus características físicas son utilizadas en diferentes aplicaciones dentro del ámbito textil de las confecciones para prendas de vestir y de uso doméstico y en diferentes procesos de la industria.

Entonces este tipo de tejidos están formados a partir de hilos de urdimbre e hilos de trama. [2]

La Figura 2 muestra como los hilos de urdimbre forman la parte horizontal, mientras que los de trama atraviesan perpendicularmente a los de urdimbre formando la tela.

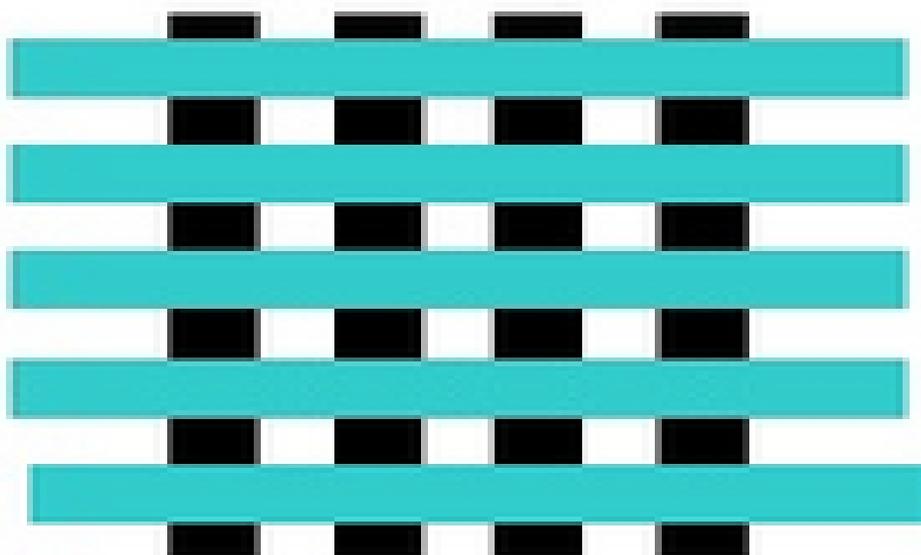


Figura 2: Diseño de tejido plano [4]

1.3. Métodos de doblado y enrollado de tejido plano

Este proceso se viene realizando desde inicios de la producción de tejido plano, estos han ido variando conforme el avance de la tecnología y la industrialización de las industrias y sus procesos y los podemos clasificar de acuerdo al grado de tecnificación de los mismos. [2]

1.3.1. Doblado y enrollado manual.

Es el doblado que se realizó en los inicios de la producción de telas, donde no existía mucha tecnificación y los procesos eran en su mayor parte manuales y requerían no solo de un obrero para realizarlo si no de algunos para poder realizar esta labor las características principales de este método eran las siguientes: [2]

- Mayor mano de obra para efectuar el proceso.
- Altos tiempos de producción.
- Altos costos en los distintos procesos que requiere la elaboración de este tejido.
- Menor calidad en el producto final.

1.3.2. Doblado y enrollado mecánico.

Este tipo tomo fuerza cuando el hombre empezó al diseño y uso de las herramientas en la cual disminuía en cierto porcentaje la mano de obra necesaria para realizar este proceso, en muchos casos la herramienta era rudimentarias y simples, pero de gran utilidad. [2]

1.3.3. Doblado y enrollado electromecánico.

Con el inicio de la revolución industrial las herramientas rusticas tuvieron un giro muy trascendental, ya que dieron los primeros pasos hacia la tecnificación de los procesos mediante la utilización de nuevas tecnologías que dieron un gran giro a las distintas características en la ejecución de los procesos, en los cuales estos sistemas se volvieron en su mayor parte autónomos pero aun necesitaban de operarios que supervisen el sistema pero ya en menor cantidad que los anteriores. [2]

En estos procesos se empezó a fusionar las herramientas mecánicas con implementos eléctricos los cuales fueron de gran beneficio en las industrias. Hoy en día las pequeñas industrias utilizan estos sistemas debido a que son de precios mayormente accesibles. [2]

1.3.4. Doblado y enrollado industrializado.

Este método es muy utilizado en las grandes industrias debido a que los costos de adquisición son elevados las medianas y pequeñas industrias están en cierta manera privadas de los sistemas de tecnología de punta. [2]

Hoy en día estos sistemas son en su mayor parte autónomos y requieren de un mínimo control del operario, aquí se fusionan distintas ramas de la ciencia en un sistema con tecnología el cual mejora tiempos de producción, reduce costos, mejora la calidad del producto final, mejora la eficiencia de los procesos y aumenta ganancias en las empresas. [2]

1.4. Máquinas dobladoras y enrolladoras

Este tipo de máquinas se caracterizan por reducir el ancho de la tela proveniente de un telar plano; en la mitad de ahí su denominación. Estas máquinas desde hace mucho tiempo sean venido evolucionando, el hombre ha visto la necesidad de doblar la tela por facilidad de transporte y de confección. Su funcionamiento es muy sencillo y todos los mecanismos deben estar internamente relacionados para una mejor coordinación de movimientos y obtener un excelente proceso de doblado. [2]

Estas máquinas han evolucionado de manera significativa desde una máquina electromecánica con un sistema de control operado manualmente, hasta máquinas automatizadas, autónomas con sistemas de control de gran tecnología, siendo de gran utilidad dentro de las empresas textiles que se dedican a la elaboración de tejido plano. [2]

Con el paso de los años la necesidad de estas empresas por aumentar su productividad mejorando el rendimiento en sus diferentes procesos ha llevado a que estas industrias busquen mejorar también este proceso de doblado y enrollado de tejido plano, para lograr estar a un nivel competitivo dentro del mercado nacional e internacional, siempre estado dentro de los estándares de calidad necesarios. [2]

Hoy en día podemos encontrar máquinas que su proceso en si es enrollar tela sin realizar el doblado de la misma, pero gracias a la tecnología hoy en día podemos encontrar que se ha adaptado el sistema de doblado a ellas para tener mejores prestaciones, estas no solo realizan estos procesos sino también brindan diversos servicios como medición longitudinal y corte de la tela siendo estos totalmente autónomos disminuyendo el tiempo de operación que se les debe dedicar a estas actividades. [2]

Un problema de las microempresas, pequeñas industrias textiles es el factor económico para la obtención de este tipo de tecnología, debido a los altos costos que presentan estas máquinas, con el aporte de este trabajo podremos producir una máquina de este tipo pero con un costo muy reducido al que se encuentra en el mercado. [2]

1.4.1. Tipos de máquinas dobladoras y enrolladoras.

Como ya se mencionó estas máquinas están en constante evolución, debido a las diferentes necesidades que se presentan, entonces de modo paulatino se han creado diferentes tipos de dobladoras con características distintas. [2]

A continuación hablaremos de las principales que han ido evolucionando con el pasar del tiempo para un mejor entendimiento de lo antes mencionado.

1.4.1.1. *Dobladoras y enrolladoras Mecánicas.*

Se podría decir que fueron las primeras en ser diseñadas con una implementación de tecnología casi nula, fueron construidas realizando un pre diseño de acuerdo a la necesidad de la empresa textil; su estructura consta de diferentes piezas mecánicas montadas en una bancada; hace algunos años sus sistemas de transmisión eran manuales hoy en día están accionadas con una fuerza cinética constante o variable. [2]

Su funcionamiento consiste en desenrollar la tela de una manera uniforme pasando por varias varillas o rodillos guías hasta llegar a un dispositivo doblador de tela el mismo que realiza el quiebre del tejido reduciendo un 50% su ancho inicial, para luego ser enrollado con la ayuda de cilindros si se desea realizar por presión o de otra manera con la ayuda de dos varillas si se enrolla en forma de tabletas todo depende del sistema enrollador que se encuentre acoplado a la máquina. [2]

1.4.1.2. Dobladoras y enrolladoras electromecánicas.

Con el avance de la tecnología se crearon máquinas de este tipo enfocadas en mejorar la eficiencia de este proceso, incorporando dispositivo y sistemas de control automáticos disminuyendo el esclavizante trabajo del operario teniendo máquinas en su mayor parte autónomas. [2]

Estas máquinas realizan trabajo mediante la transferencia de fuerza generada por un motor de inducción eléctrica, puede ir acompañado dependiendo del trabajo a realizar por algunos mecanismos como engranajes, piñones, cadenas, bandas, poleas, tornillos sin fin, entre otros. Estos dispositivos son capaces de formar sistemas de transmisión muy completos de gran fuerza o a su vez dependiendo de los requisitos del proceso a realizar. [2]

Su funcionamiento inicia, colocando el rollo de tela proveniente del telar en el sistema desenrollador, no es más que dos soportes fuertes que permiten el libre desenrollamiento del género textil, luego esta pasa por un par de tubos guías, hacia un sistema de doblado, donde la tela es doblada a la mitad de su longitud inicial, el siguiente paso consiste en que el textil pase por un par de cilindros de presión, para facilitar el acondicionamiento de la tela para ser enrollado finalmente es un tubo de metal, que ejerce presión paulatinamente a partir de propio peso del rollo que se va formando. De esta forma el rollo final será compacto y libre de arrugas de esta manera estará listo para procesos posteriores. [2]

1.4.1.3. Elementos base en la estructura de las máquinas dobladoras y enrolladoras.

La estructura de este tipo de máquinas consta de cuatro sistemas básicos los cuales en conjunto permiten realizar este proceso, además parten los distintos subsistemas que se quieran adaptar a este proceso ya sea de corte, medición control, ya mencionados anteriormente, para un mejor conocimiento se resumirán a continuación. [2]

Estructura de soporte o armazón de la bancada.

La bancada es en si la columna vertebral de la máquina, ya que sobre esta se sustenta la totalidad de la máquina, donde se colocará los diferentes mecanismos y equipos que requiera el proceso, por dicha razón su diseño y construcción debe ser de características muy robustas y ecuánimes. [6]

El diseño de la estructura de soporte o armazón de la bancada de las diferentes máquinas herramientas requiere de un conocimiento detallado de a) los materiales disponibles para su construcción, b) sus formas y propiedades, c) la dinámica del proceso de maquinado en particular, d) la magnitud y naturaleza de las fuerzas que intervienen y e) la dilatación térmica de toda la máquina. [6]

En la Figura 3 se muestra la estructura de soporte o armazón de la bancada con los otros tres sistemas primarios ya montados sobre esta.



Figura 3: Soporte o armazón de la bancada [2]

Los materiales más comunes para este tipo de estructuras son a) hierro colado o fundido gris, dúctil o nodular, b) acero forjado y c) concreto de polímeros. Entre los desarrollos más recientes se incluye el uso de cerámicos y de compuestos de granito y epóxico. [6]

El correcto funcionamiento de la máquina depende en gran parte del correcto diseño y construcción de esta estructura, de la cual parten los diferentes subsistemas que conforman todo este sistema permitiendo tener un proceso funcional y operativo. [6]

Los cilindros de arrastre.

Los cilindros de arrastre son de material rugoso preferentemente, revestidos de lija muy suave que no maltrate al tejido, pero que permita el transporte de la tela hacia sistema doblador. Los mismos son de pequeño diámetro, no es necesario que la máquina sea grande, ya que su funcionamiento es de arrastrar o transportar, su movimiento proviene del motor, con la ayuda de poleas y bandas. [2]

Los cilindros de presión.

Los cilindros de presión deben estar constituidos de acero liso como puede ser el galvanizado, material de estructura uniforme para no lastimar al tejido debido a que su trabajo es presionar la tela minimizando y eliminando las imperfecciones como arrugas previamente a realizar el doblado. [2]

La presión de estos cilindros varía de acuerdo a tejido que se esté procesando, para regular la presión se lo puede realizar con resortes o pesas, la presión en este punto, como la que se ejerce en el sistema de enrollamiento es muy importante, ya que de esto depende el grado de dureza y buena forma del rollo final el mismo que estará listo para los siguientes procesos. [2]

Dispositivo Doblador.

Este dispositivo es el encargado de realizar el dobles de la tela de los rollos de dimensiones como 1.82 m a la mitad, como ya se dijo anteriormente para beneficio del proceso en la manipulación y transporte del tejido plano. [2]

El dispositivo comprende en dos barras que forman un ángulo de 90^0 colocados de una manera estratégica luego a continuación de los cilindros de arrastre, este sistema debe realizar el quiebre de la tela y guiar los dos orillos en un mismo extremo, sin que se dañe el tejido, ni que se produzcan arrugas en todo el transporte del tejido, hasta llegar a los cilindros de presión. [2]

En la Figura 4 se observa el diseño del Dispositivo doblador.

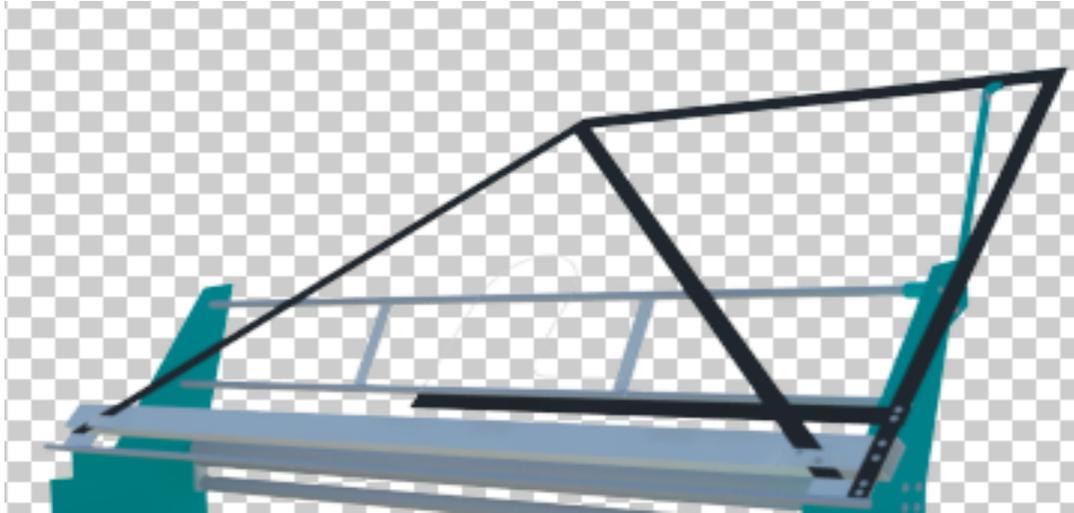


Figura 4. Dispositivo doblador [2]

Este proceso es de gran complejidad, requiere de mucha exactitud en el diseño y control del trabajo para que no existan desviaciones o algún tipo de imperfección que produzca la mala formación de los rollos minimizando la calidad de los mismos. [2]

1.5. Métodos de corte para telas

Este procedimiento se lleva a cabo en los primeros pasos de este proceso productivo, su función es realizar los cortes en el tejido plano dependiendo de los patrones necesarios en la empresa o industria textil. [2]

Para realizar este trabajo se utilizan diversos sistemas tanto manuales como autónomos, esto dependiendo del grado de tecnificación y maquinaria que tengan implementado las empresas. Pero siempre cuidando que el terminado final este dentro de las normas de calidad, en especial dentro de especificaciones que sean satisfactorias para el cliente. [2]

Los sistemas de corte empleados en la confección son los siguientes:

1.5.1. Corte manual o convencional.

Es el mayor uso y el que menos implementación tecnológica utiliza, en si consta de dos operaciones.

- *Destrozado.*- que consiste en separar las distintas partes de la prenda de la marcada del colchón de telas por medio de la cuchilla de disco, para pequeños espesores, o con

la cuchilla vertical para espesores medios y grandes, para que resulten más manejables en su posterior afinado. [2]

- *Afinado*.- que consiste en la realización de un corte de precisión sobre el perfil de las piezas procedentes del destrozado. Para esta operación se utiliza la máquina de cinta continua que es válida también para el corte de piezas sin destrozado previo. [2]

CAPITULO II

2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

En este capítulo se establece los elementos de control y mecánicos seleccionados de diversas alternativas de solución, necesarios para su construcción, los mismos que deben cumplir los requisitos obligatorios para la implementación de este sistema de control.

2.1 Diseño conceptual

En esta parte se parte de los requerimientos técnicos, para originar diversas alternativas de solución para luego ser evaluadas y elegir a la más adecuada. Como principio se obtiene un principio de solución evaluado y validado convenientemente [7].

Análisis funcional

El nivel 0, representa de forma general el proceso de doblado y enrollado de la tela en la máquina, para que se cumpla esta función es necesario el rollo primario de tela, energía y señales de control como se puede observar en la Figura 5.

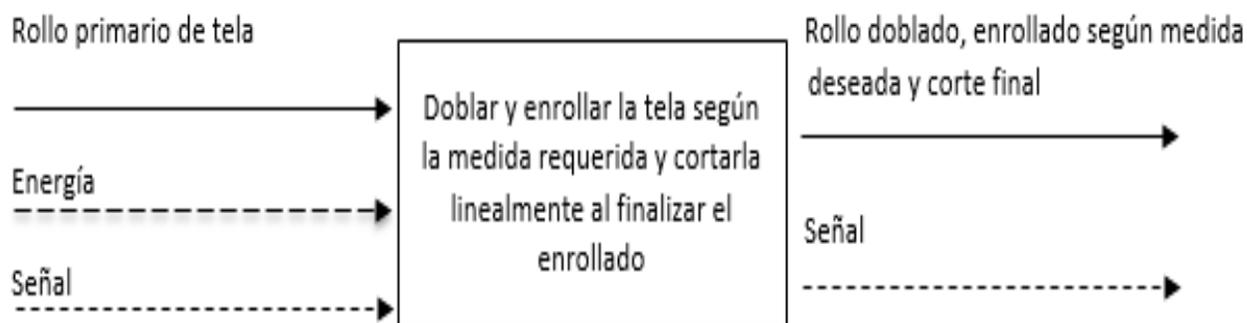


Figura 5. Análisis funcional nivel 0

El nivel 1, representa los procesos involucrados para el enrollado, conteo y corte de manera general, incluyendo los requerimientos deseados por el cliente y la normativa que debe cumplir como se puede observar en la Figura 6.

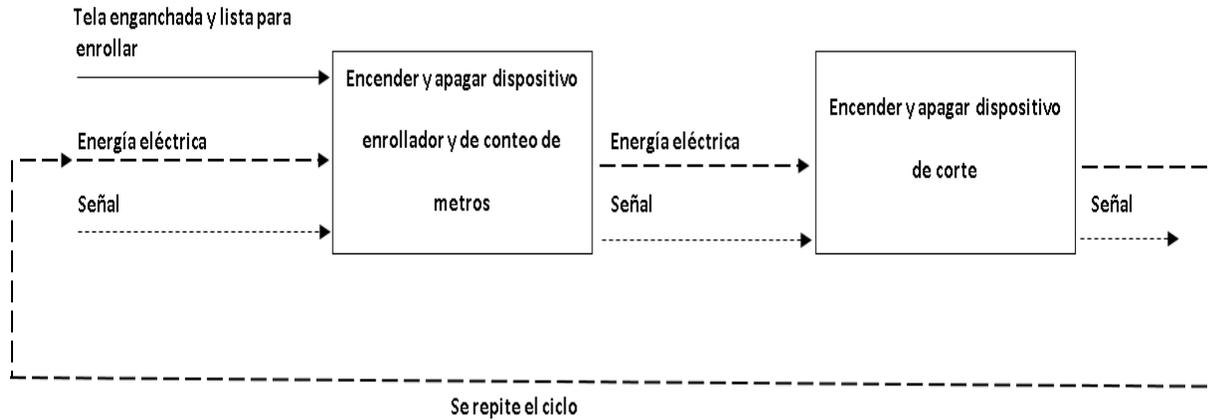


Figura 6. Análisis funcional nivel 1

El nivel 2, muestra de forma más detallada cada uno de los procesos con acciones que en el nivel anterior no fueron especificadas como se pueden observar en las figuras 7 y 8.

a) Enrollado y conteo de metros

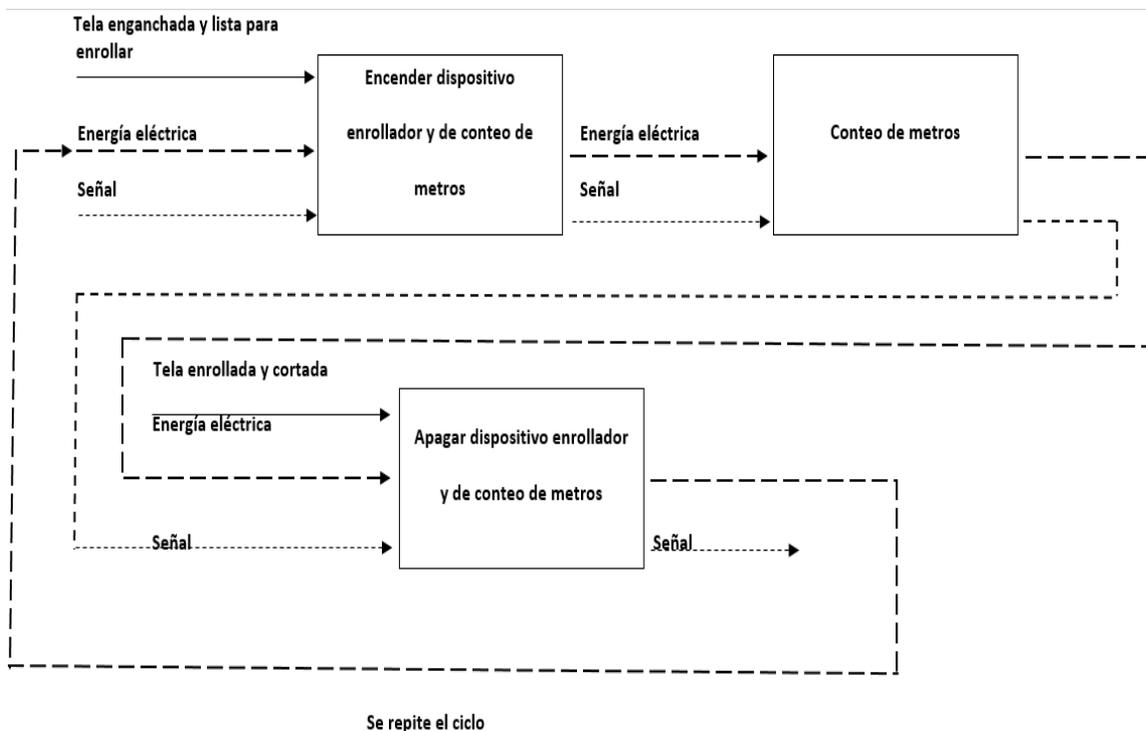


Figura 7. Análisis funcional nivel 2, modulo 1

b) Corte de tela

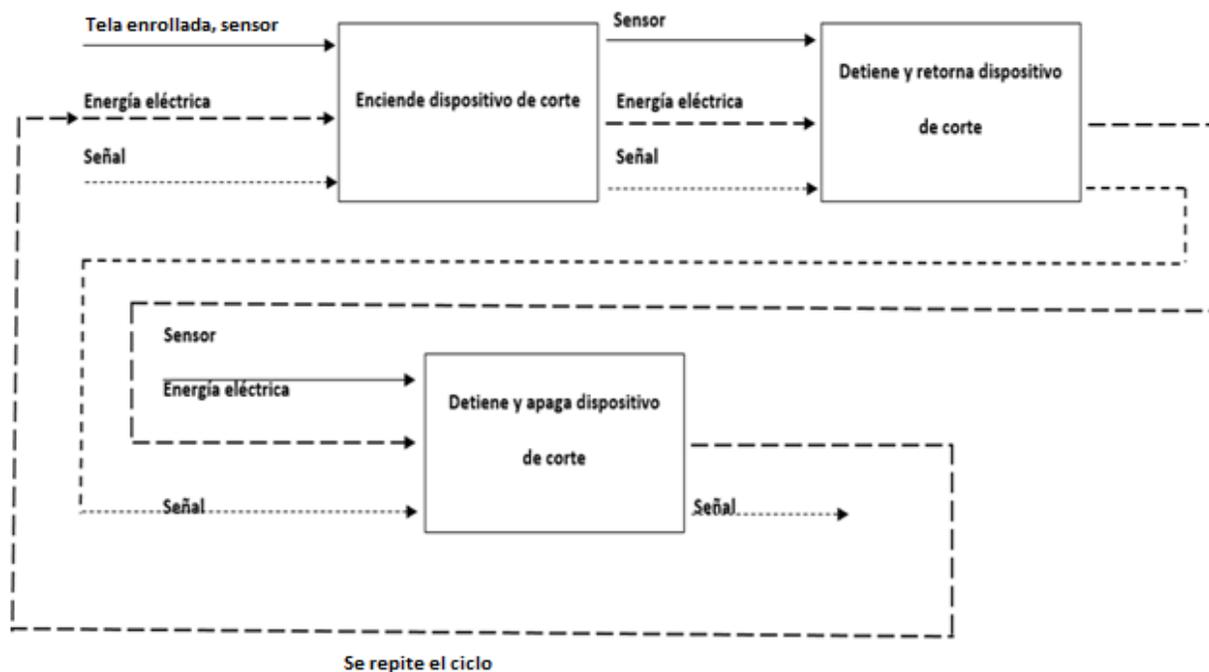


Figura 8. Análisis funcional nivel 2, modulo 2

Definición de módulos funcionales

2.1. Descripción general del sistema

El sistema de control permite realizar el proceso de doblado y enrollado de tejido plano que actualmente se efectúa de forma manual, bajo acción y supervisión de un operario, pase a ser automático.

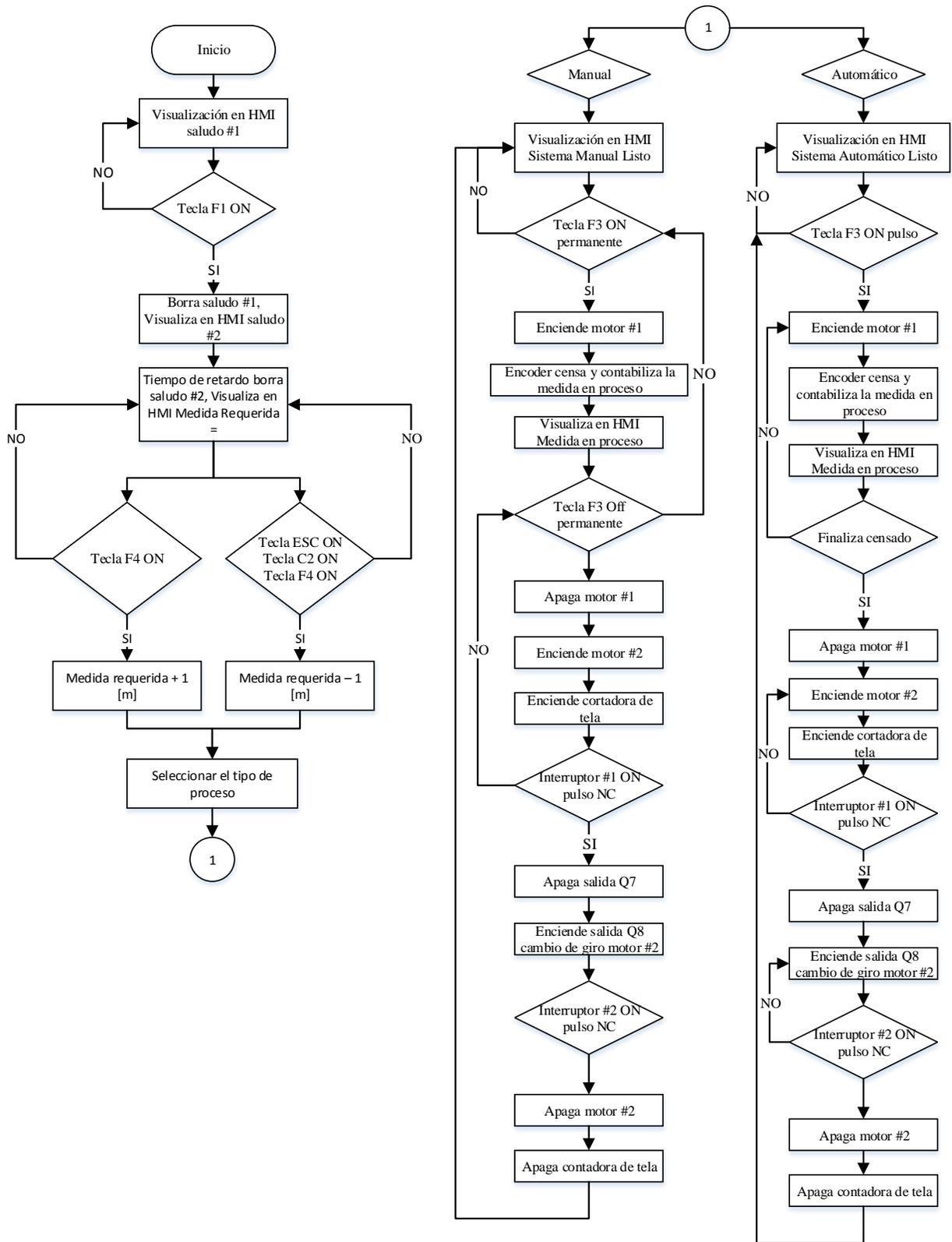


Figura 9. Diagrama de flujo del sistema

Para inicializar y realizar este proceso se debe cumplir con lo descrito a continuación:

- Primero un operario debe encargarse de colocar el rollo primario en su posición correcta.
- Una vez que se tiene el rollo de tela ubicado, el operario debe pasar el extremo de la tela por el recorrido que realiza la misma en la máquina llegando al sistema de ejes diseñado para el enrollado de la tela, entonces se sujeta el extremo del tejido al mecanismo que mediante el sistema de transmisión accionado por un motoreductor logra doblar y enrollar la tela.

Este sistema de control ayudará a disminuir el tiempo en el proceso, mejorando la eficiencia de la máquina.

2.2. Descripción de los bloques del sistema

Para la realización de este proyecto se lo ha dividido en tres subsistemas, bloques que están conformados de la siguiente manera:

- Arquitectura mecánica o subsistema mecánico
 - Mecanismo de poleas para recorrido lineal de la cortadora de tela.
 - Mecanismo de frenado.
- Subsistema de control
 - PLC.
 - HMI.
 - PC.
 - Sensores y actuadores.
- Subsistema de respuesta
 - Motor 110 VDC.
 - Motoreductor

- Cortadora de disco para tela.

2.3. Determinación de requisitos del sistema

2.3.1. Arquitectura mecánica.

Se dará a conocer tanto la fundamentación teórica, de cada dispositivo a ser adaptado a la máquina, la fundamentación matemática, los diferentes diseños y las distintas variables a tomar en cuenta para la correcta ejecución de los mecanismos.

2.3.1.1. *Mecanismo de corte.*

Este mecanismo será de gran utilidad ya que culminando el proceso se activará para realizar un corte lineal en la tela obviando el trabajo manual antes realizado por el operario, disminuyendo el tiempo y mejorando la calidad en el corte.

Selección de la cortadora

En la Tabla 2 se exponen las características técnicas de diferentes tipos de cortadoras para proceder a la selección.

Tabla 2. Tabla comparativa de cortadoras

Marca	Voltaje V	Potencia W	Peso kg	Velocidad de rotación rpm
FIAM TFS60	110	300	1,5	13000
LEGIANG YJ-70	110	200	1,3	2400
FIAM TLY 20-2	110	400	1,8	6500

Se utilizará la cortadora de disco de la marca LEJIANG, modelo YJ-70, para la selección de esta cortadora se ha tomado en cuenta distintos factores como son:

- Peso de la cortadora.- Tiene que ser necesariamente bajo, debido a que este se suma al del sistema de transmisión y para poder obtener un sistema versátil, factible y eficiente se necesita que este dispositivo no genere mayores cargas al ser adaptado a la máquina.
- Velocidad de corte- La velocidad de corte debe estar entre los 2000 y 2500 revoluciones por minuto este dato se ha tomado de pruebas de corte realizadas.
- El material a ser cortado.- Al ser tela se ha visto factible utilizar una cortadora de disco para tela, siendo las características del material no muy resistentes, las indicadas para este tipo de corte.

En la Figura 10 se muestra una fotografía de la cortadora a implementar en el sistema de transmisión para realizar el corte.



Figura 10. Cortadora de disco para tela LEJIANG, modelo YJ-70

Base de la cortadora.

Para el diseño de la base de la cortadora se toma en cuenta el material a utilizar, garantizando que este resista el esfuerzo aplicado al momento de realizar el corte de la tela. La

base de la cortadora está sometida a un esfuerzo de compresión, se tiene como dato que la base soporta $68.6 \text{ Kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, obteniendo este valor mediante pruebas de campo más el peso de la cortadora por la gravedad se calcula el esfuerzo de compresión.

En la Figura 11. Se muestra el diagrama de cuerpo libre de la placa utilizada.

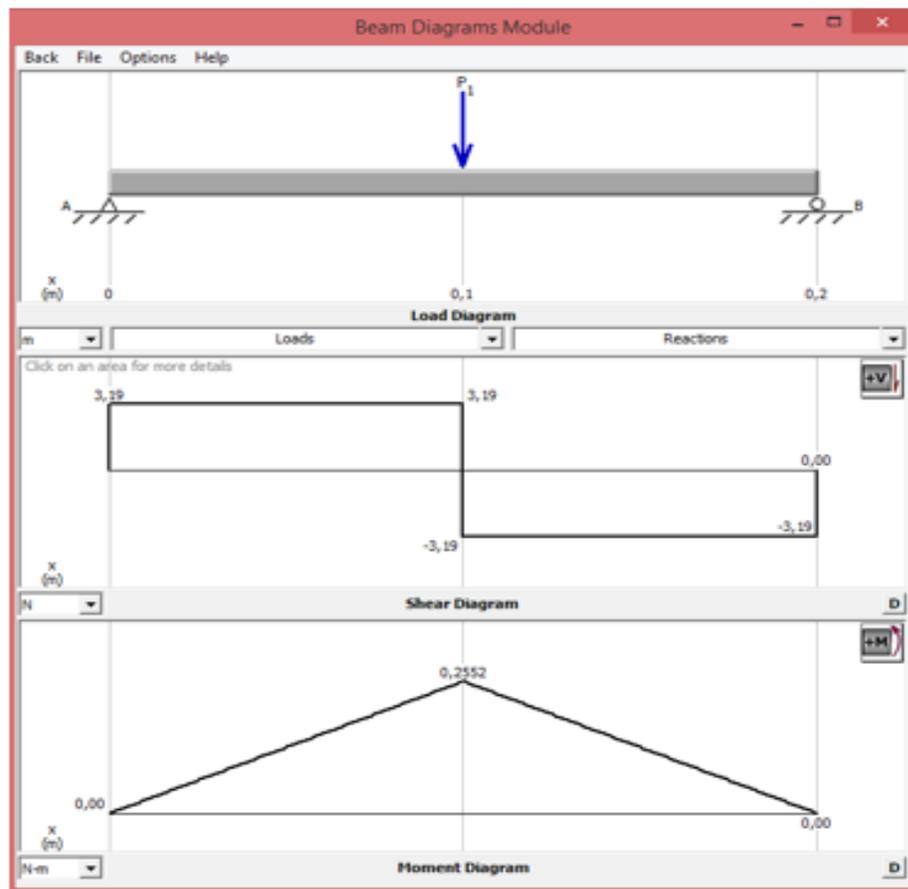
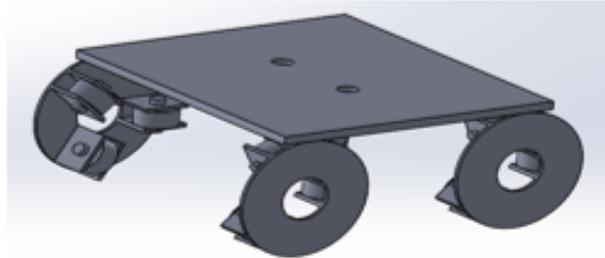


Figura 11. Muestra el diagrama de cuerpo libre de la Placa

Ecuación 1 Esfuerzo de compresión

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dónde:

σ = Esfuerzo N/m^2 .

F = Fuerza $Kg \frac{m}{s^2}$.

A = Área de la superficie m .

$$\sigma = \frac{68.6}{3.18 \times 10^{-3}}$$

$$\sigma = 177 \times 10^6$$

El material de la base es acero ASTM A36 y tiene una resistencia a la fluencia igual a 220 [MPa], con este dato se calcula el factor de seguridad:

Ecuación 2 Cálculo factor de seguridad

$$n = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$n = \frac{220 \times 10^6}{177 \times 10^6}$$

$$n = 1.24$$

Se realiza el análisis en solidword para comprobar que el material resista o soporte la carga, mediante el esfuerzo de Von Misses comprobando que el factor de seguridad esta sobre dimensionado, así que no se tendrá ningún problema con la deformación o falla del material.

En la Figura 12. Se muestra el análisis resultante de Deformación unitaria.

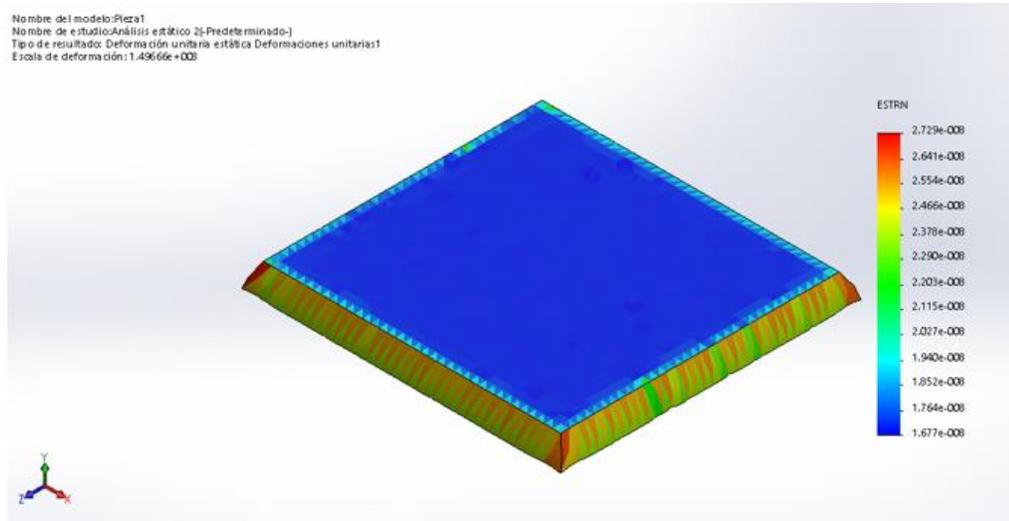


Figura 12. Análisis resultante de Deformación unitaria.

Selección del rodamiento.

Para la selección del rodamiento se tomó en cuenta:

- El diámetro del eje 10 mm.

Este diámetro se obtiene del eje de $\frac{1}{2}$ pulgada original encontrado en stock en el mercado, para un posterior maquinado de las puntas, donde se embona los rodamientos, este eje no va estar sometido a cargas fuertes por lo tanto se ha dimensionado su medida en relación a la ergonomía del soporte

- La carga máxima que soporta 70 N.
- Disponibilidad en el mercado.

Se selecciona del catálogo de rodamientos NSK, el rodamiento de bolas abierto 6800 VV ya que cumple con las especificaciones requeridas.

Dimensiones (mm)				Índices de Carga Básica (N)				Factor f_0	Velocidad Límite (rpm)			Números de Rodamiento			
d	D	B	r mín.	C_r	C_{or}	C_r	C_{or}		Grasa Abierto	Grasa ZZ	Aceite Abierto	Abierto	Blindado	Sellado	
10	19	5	0.3	1 720	840	175	86	14.8	34 000	24 000	40 000	6800	ZZ	VV	DD
	22	6	0.3	2 700	1 270	275	129	14.0	32 000	22 000	36 000	6900	ZZ	VV	DD
	26	8	0.3	4 550	1 970	465	201	12.4	30 000	22 000	36 000	6000	ZZ	VV	DDU
	30	9	0.6	5 100	2 390	520	244	13.2	24 000	18 000	30 000	6200	ZZ	VV	DDU
	35	11	0.6	8 100	3 450	825	350	11.2	22 000	17 000	26 000	6300	ZZ	VV	DDU
12	21	5	0.3	1 920	1 040	195	106	15.3	32 000	20 000	38 000	6801	ZZ	VV	DD
	24	6	0.3	2 890	1 460	295	149	14.5	30 000	20 000	36 000	6901	ZZ	VV	DD
	28	7	0.3	5 100	2 370	520	241	13.0	28 000	—	32 000	16001	—	—	—
	28	8	0.3	5 100	2 370	520	241	13.0	28 000	18 000	32 000	6001	ZZ	VV	DDU
	32	10	0.6	6 800	3 050	695	310	12.3	22 000	17 000	28 000	6201	ZZ	VV	DDU
	37	12	1	9 700	4 200	990	425	11.1	20 000	16 000	24 000	6301	ZZ	VV	DDU

Notas (1) Para tolerancias dimensionales de las ranuras y de los anillos de fijación, consulte las Páginas A50 a A53.

(2) Cuando se aplican cargas axiales pesadas, aumente d_2 y disminuya D_2 respecto a los valores indicados.

(3) Los tipos de anillo N y NR sólo son aplicables a los rodamientos de tipo abierto.

Figura 13: Catálogo de rodamientos de bolas de ranura profunda de una sola hilera. [9]

En la Tabla 3 se muestran las características técnicas del rodamiento seleccionado.

Tabla 3. Características del rodamiento

Característica	Descripción
Material	Resina, plástico y acero
Resistente al polvo	SI
Índices de carga básica C_r	1720 N y C_{or} = 840 N
Límite de velocidad	34000 RPM
Diámetro interior	10 mm
Diámetro exterior	20 mm
Ancho	5 mm

En la Figura 14. véase una imagen del rodamiento a utilizar



Figura 14. Rodamiento NSK 6800 VV [10]

Selección de cilindros o tubos de pared delgada.

Dentro de la ingeniería son muy utilizados en diferentes procesos, por lo que es de importancia considerar las tolerancias en su selección.

Para este criterio de selección se toma en cuenta la tolerancia y ajuste en el cilindro. Para lo cual es importante tener claro sus definiciones:

1. Tolerancia t_t : Es la variación máxima en el tamaño de una parte. Los tipos de tolerancias son:
 - a) Tolerancia bilateral: Se permite que una parte varíe tanto arriba como abajo, del tamaño nominal 1.5 ± 0.003 .
 - b) Tolerancia unilateral: Se permite que una parte varíe tanto arriba como abajo, del tamaño nominal, pero no en ambos $1.5^{+0.000}_{-0.003}$.
2. Ajuste: Es la relación trabajo existente entre dos piezas mecánicas de una máquina o equipo, cuando una de ellas encaja o se acopla a la otra. [8]

En la Figura 15 se muestran las clases de ajustes y su aplicación para así poder seleccionar el cilindro correcto.

Clase	Descripción	Tipo	Aplicaciones
1	Flojo	Holgura	Donde la exactitud no es esencial, tal como en los equipos de construcción de caminos y de operación de minas
2	Libre		En cojinetes de rotación con velocidades de 600 rpm o mayores, tal como en las máquinas y en algunas partes de automóviles
3	Medio		En cojinetes de rotación con velocidades menores de 600 rpm, tales como máquinas, herramientas de precisión y partes de precisión de automóviles
4	Apretado		Donde una pequeña holgura es permisible y donde las partes móviles no se diseñan para moverse libremente bajo la acción de una carga
5	Forzado	Interferencia	Donde es necesaria una presión ligera con un martillo para ensamblar las partes
6	Apretado		En ensambles semipermanentes adecuados para ajustes por contracción o impulsión en secciones ligeras
7	Medio		Donde se necesita una presión considerable para el ensamble y para ajustes por contracción de secciones medias; adecuada para ajustes a presión en armaduras de generadores y de motores, y para los rines de automóviles
8	Gran fuerza o contracción		Donde se requiere una adherencia considerable entre las superficies, tal como en las ruedas de las locomotoras y en los discos pesados de los cigüeñales de motores grandes

Figura 15. Clases de ajustes y aplicación [10]

Se ha seleccionado un ajuste medio, tipo holgura ya que la descripción encaja con las necesidades del sistema:

- Los cojinetes con rodamientos giran a una velocidad menor a 600 RPM.
- Tienen un recorrido lineal estable y preciso para que el corte sea lo mayor exacto posible.

Una vez establecido la clase de ajuste necesario se procede a seleccionar la tolerancia aplicable a este caso específico.

En la Figura 16 se muestran las tolerancias recomendadas en pulgadas para las clases de ajustes y la selección para este sistema.

Clase	Tolerancia, a	Interferencia, δ	Tolerancia de la masa, t_m	Tolerancia del eje, t_b
1	$0.0025d^{2/3}$	—	$0.0025d^{1/3}$	$0.0025d^{1/3}$
2	$0.0014d^{2/3}$	—	$0.0013d^{1/3}$	$0.0013d^{1/3}$
3	$0.0009d^{2/3}$	—	$0.0008d^{1/3}$	$0.0008d^{1/3}$
4	0.000	—	$0.0006d^{1/3}$	$0.0004d^{1/3}$
5	—	0.000	$0.0006d^{1/3}$	$0.0004d^{1/3}$
6	—	$0.00025d$	$0.0006d^{1/3}$	$0.0006d^{1/3}$
7	—	$0.0005d$	$0.0006d^{1/3}$	$0.0006d^{1/3}$
8	—	$0.0010d$	$0.0006d^{1/3}$	$0.0006d^{1/3}$

Figura 16. Tolerancias recomendadas en pulgadas [10]

En la Figura 17. se muestran las tolerancias recomendadas en milímetros para las clases de ajustes y la selección para este sistema.

Clase	Tolerancia, a	Interferencia, δ	Tolerancia	
			Masa, t_m	Eje, t_b
1	$0.0073d^{2/3}$	—	$0.0216d^{1/3}$	$0.0216d^{1/3}$
2	$0.0041d^{2/3}$	—	$0.0112d^{1/3}$	$0.0112d^{1/3}$
3	$0.0026d^{2/3}$	—	$0.0069d^{1/3}$	$0.0069d^{1/3}$
4	0.000	—	$0.0052d^{1/3}$	$0.0035d^{1/3}$
5	—	0.000	$0.0052d^{1/3}$	$0.0035d^{1/3}$
6	—	$0.00025d$	$0.0052d^{1/3}$	$0.0052d^{1/3}$
7	—	$0.0005d$	$0.0052d^{1/3}$	$0.0052d^{1/3}$
8	—	$0.0010d$	$0.0052d^{1/3}$	$0.0052d^{1/3}$

Figura 17. Tolerancias recomendadas en milímetros [10]

Y por ultimo cuando se hayan seleccionado los datos anteriores se procede a determinar el diametro máximo, mínimo del eje y masa para los tipos de ajuste.

En la Figura 18 se muestra los diámetros máximos, mínimos del eje y masa para los tipos de ajuste.

Tipo de ajuste	Diámetro de la masa		Diámetro del eje	
	Máximo $d_{h, \text{máx}}$	Mínimo $d_{h, \text{mín}}$	Máximo $d_{s, \text{máx}}$	Mínimo $d_{s, \text{mín}}$
Holgura	$d + t_m$	d	$d - a$	$d - a - t_u$
Interferencia	$d + t_m$	d	$d + \delta + t_h$	$d + \delta$

Figura 18. Diámetros máximos, mínimos del eje y masa [10]

Una vez conocidos todos los datos ya seleccionados se procede a calcular el diámetro mínimo y máximo del eje conociendo además el diámetro del cilindro.

Ecuación 3 Tolerancia de la masa y eje

$$t_{th} = t_{ts} = 0.0008 (d)^{\frac{1}{3}}$$

Dónde:

t_{th} = Tolerancia de la masa *in*.

t_{ts} = Tolerancia del eje *in*.

d = Diámetro cilindro $1 \frac{1}{4}$ *in*.

$$t_{th} = t_{ts} = 0.0008 \left(1 \frac{1}{4}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$t_{th} = t_{ts} = 0.00086 \text{ in}$$

Para el cálculo de un ajuste por interferencia el diámetro de la masa es:

Ecuación 4 Diámetro máximo de la masa

$$d_{h,max} = d + t_{th}$$

Dónde:

$d_{h,max}$ = Diámetro máximo de la masa *in*.

t_{th} = Tolerancia de la masa *in*.

$$d_{h,max} = 1\frac{1}{4} + 0.00086$$

$$d_{h,max} = 1.25 \text{ in}$$

Ecuación 5 Diámetro máximo de la masa

$$d_{h,min} = d$$

Dónde:

$d_{h,min}$ = Diámetro mínimo de la masa *in*.

t_{th} = Tolerancia de la masa *in*.

$$d_{h,min} = 1.25 \text{ in}$$

Entonces calculamos el diámetro del eje:

Ecuación 6 Diámetro máximo del eje

$$d_{s,max} = d - a$$

Dónde:

$d_{s,max}$ = Diametro máximo del eje *in*.

a = Tolerancia *in*.

$$d_{s,max} = 1\frac{1}{4} - 0.0009 \left(1\frac{1}{4}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$d_{s,max} = 1.25 \text{ in}$$

Ecuación 7 Diámetro mínimo del eje

$$d_{s,min} = d - a - t_{ts}$$

Dónde:

$d_{s,min}$ = Diámetro mínimo del eje *in*

$$d_{s,max} = 1\frac{1}{4} - 0.0009 \left(1\frac{1}{4}\right)^{\frac{2}{3}} - 0.00086$$

$$d_{s,max} = 1.24 \text{ in}$$

Después de realizar este proceso podemos ver que si es factible seleccionar un cilindro o tubo con las características que se muestran en la Figura 19.

DIÁMETRO EXTERIOR (D)		ESPESOR		PESO		PROPIEDADES	
Pulg	mm	e mm	P kg/6m	A cm	I cm4	W cm3	i cm
1/2	12.70	0.60	1.14	0.23	0.04	0.07	0.43
		0.75	1.44	0.28	0.05	0.08	0.42
		0.95	1.86	0.35	0.06	0.09	0.41
		1.10	2.10	0.40	0.07	0.11	0.41
		1.50	2.82	0.53	0.08	0.13	0.39
5/8	15.88	0.60	1.44	0.29	0.08	0.11	0.54
		0.75	1.86	0.36	0.10	0.13	0.53
		0.95	2.28	0.44	0.12	0.15	0.51
		1.10	2.64	0.51	0.14	0.18	0.52
		1.50	3.54	0.68	0.18	0.22	0.51
3/4	19.05	0.60	1.74	0.35	0.15	0.16	0.65
		0.75	2.16	0.43	0.19	0.19	0.65
		0.95	2.70	0.54	0.22	0.23	0.64
		1.10	3.18	0.62	0.25	0.26	0.63
		1.50	4.20	0.83	0.32	0.34	0.62
7/8	22.22	0.60	2.04	0.41	0.24	0.21	0.76
		0.75	0.52	0.50	0.29	0.26	0.76
		0.95	3.18	0.63	0.36	0.32	0.75
		1.10	3.66	0.73	0.41	0.37	0.75
		1.50	4.92	0.98	0.53	0.47	0.74
1	25.40	0.60	2.28	0.47	0.36	0.28	0.88
		0.75	2.88	0.58	0.44	0.35	0.87
1 1/4	31.75	0.95	4.50	0.92	1.09	0.69	1.18
		1.10	5.22	1.06	1.24	0.78	1.08
		1.50	7.08	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2	38.10	0.95	5.40	1.11	1.91	1.00	1.31
		1.10	6.24	1.28	2.19	1.15	1.31
		1.50	8.46	1.72	2.89	1.52	1.30

Figura 19. Características técnicas para selección del cilindro [9]

Análisis del cilindro seleccionado

El analisis en los dos ejes es el mismo así que se procede a calcular solo en uno cualquiera.

Con el dato del peso que soportan los ejes se calcula la fuerza ejercida.

$$F = (17 \text{ Kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$F = 51.99 \text{ N}$$

Y esto dividimos para 2

$$F = 25.99 \text{ N}$$

En la siguiente figura se muestran los diagramas de cuerpo libre del eje.

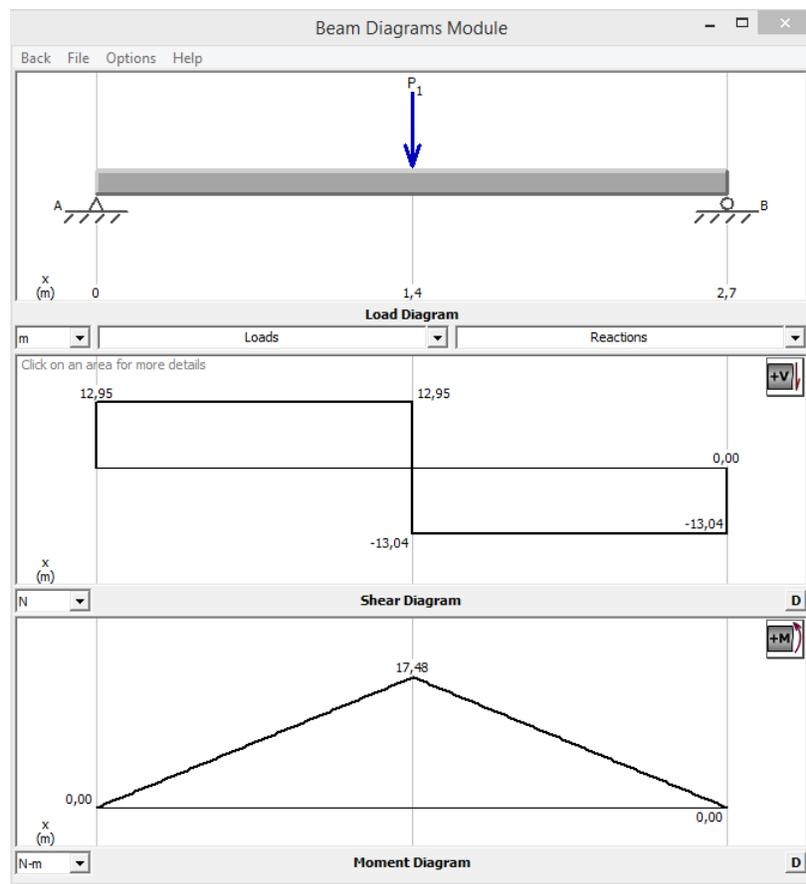


Figura 20. Diagrama del Cuerpo Libre del Eje

$$R_A = 13.04 \text{ N/m.}$$

$$R_B = 12.95 \text{ N/m}$$

$$M_{\max} = 17.48 \text{ N/m.}$$

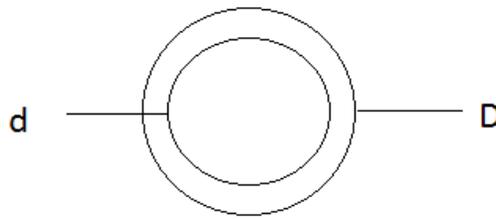
Dónde:

R_A = Reacción en el punto A.

R_B = Reacción en el punto B.

M_{\max} = Momento máximo.

Para el cálculo en ejes huecos se aplica la teoría de deformación por flexión para acero ACTM A316 con:



$$\sigma_{\max} = \frac{32 MD}{\pi (D^4 - d^4)}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{32 * (17.48 \text{ nm} * 0.032\text{m})}{\pi (0.032^4 - 0.03^4)}$$

$$\sigma_{\max} = 23.86 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\left(\frac{23.86}{2}\right)^2}$$

$$\sigma_{eq} = 11.93 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{eq} = \left(\frac{0.5 * S_y}{n} \right)$$

$$n = \left(\frac{0.5 * (270.65 \text{ MPa})}{11.93 \text{ MPa}} \right)$$

$$n = 9.24$$

El factor de seguridad n tiene un valor de 9.24 se sobredimensiona debido a longitud de los ejes que soportan cargas constantes por lo cual de no sobredimensionar existiría pandeo influyendo en vida útil y funcionamiento de los ejes.

Selección del motor de empuje cortadora.

Para realizar este tipo de cálculo se ha tomado en cuenta la máxima velocidad alcanzada por la cortadora y el sistema de transmisión cuando todas sus partes estén montadas ejerciendo el peso total a ser deslizado.

Ecuación 8 Cálculo de potencia requerida

$$\mathbf{P = F * V}$$

Dónde:

P = Potencia watts; hp

F = Fuerza total N

v = Velocidad lineal m/s

Para determinar la fuerza de empuje vertical requerida para mover la cortadora se la determina experimentalmente con un dinamómetro, en la Figura 21 se muestra una fotografía de las pruebas realizadas con este dispositivo.



Figura 21: Pruebas para obtener la fuerza de empuje.

En la Tabla 4 se muestran los datos que se obtuvieron en las pruebas, para determinar la fuerza de empuje necesaria.

Tabla 4. Valores de fuerza de empuje

Prueba	Fuerza de empuje (Kg)
1	12,6
2	15,4
3	13,5
4	12,5
5	14,9
Promedio	13,78

Utilizando los valores de la Tabla 4 se calcula la potencia necesaria para poder mover la cortadora. Los datos a considerar son:

- Fuerza de empuje = 13.78 [Kg].
- La gravedad = 9.8 [$\frac{m}{s}$].

Por lo tanto:

La velocidad se calculará mediante las constantes de tiempo y distancia, las cuales son el promedio de las pruebas manuales realizadas para determinar la velocidad requerida a la que se desea mover la cortadora.

En la Tabla 5 se muestran los datos que se obtuvieron en las pruebas realizadas para determinar el tiempo necesario con el cual se logra un buen funcionamiento del mecanismo.

Tabla 5. Valores de tiempos de prueba

Prueba	Tiempo
1	5
2	10
3	12
4	25
5	13
Promedio	13

De estas pruebas se determina que el tiempo adecuado es el de 13 segundos este tiempo se lo obtiene en base a espacio recorrido en un tiempo específico empleado.

- Por lo observado en las pruebas manuales, se pudo verificar que la velocidad de la cortadora al desplazarse no debe ser grande sino una velocidad moderada para evitar que

la cortadora lastime la tela al existir alguna falla ocasionada por la velocidad de la cortadora.

- Al trabajar con una velocidad promedio se asegura que el sistema de transmisión no vaya a fallar: primero que no salte el piñón y que no se desalinee saliendo de la riel que dirige la cadena.
- Al no tener una alta velocidad el tiempo de desconexión es instantáneo lo cual permite cuidar del desgaste a los micro interruptores el momento de recibir el contacto de la cortadora para el cambio de giro.

Ecuación 9 Calculo de velocidad media (cortadora de tela)

$$V = \frac{d}{t}$$

Dónde:

d= Distancia m

t= Tiempo s

$$V = \frac{2.70m}{13s}$$

$$V = 0.21 \frac{m}{seg}$$

La potencia requerida es:

Ecuación 10. Cálculo de la potencia requerida

$$P = F * V$$

Dónde:

F= Fuerza N

V= Velocidad $\frac{m}{seg}$

$$P = 135,04 * 0.21$$

$$[P] = N m/s = J/s = Kgm^2s^{-3} = Watt (1 W)$$

$$P = 28.36 \text{ watt}$$

$$P = 28.36 \text{ watts} * \frac{1 \text{ hp}}{746 \text{ watts}}$$

$$P = 0,038 \text{ hp}$$

Corrección de la potencia

Guiándose en el libro de Singer para corregir el factor de potencia se toma como factor de corrección un valor de 1,2 el cual satisface las pérdidas de potencia las cuales se encuentran presentes por diversos factores, este factor asegura un desempeño óptimo de la máquina.

La potencia corregida se determina de la siguiente forma:

Ecuación 11. Calculo potencia corregida

$$Pot_{correg} = Pot_{cal} * 1,2$$

Fuente: [9]

Reemplazando valores tenemos:

$$Pot_{correg} = Pot_{cal} * 1,2$$

$$Pot_{correg} = 0,038 \text{ hp} * 1,2$$

$$Pot_{correg} = 0,045 \text{ hp}$$

Cabe recalcar que esta potencia solo es la necesaria para producir el movimiento de del soporte de la cortadora, sin tomar en cuenta la inercia ocasionadas por el sistema, la relación de engranes del motorreductor, por tal motivo se asume una potencia para el motor de 1/4 hp

$$Pot_{asumida} = \frac{1}{4} \text{ hp}$$

Una vez obtenida la potencia real necesaria, se selecciona de la Figura 22 de datos técnicos, un motor de 1/8 de [HP].

Potencia		Tipo	Eficiencia [%]			Factor de potencia			FS	Corriente			Torque		
[kW]	[HP]		% de la potencia nominal			50	75	100		In	Is	Ivacio	Tn	Ts	Tmax
			50	75	100	50	75	100	[A]	In	[A]	[Nm]	Tn	Tn	
0,092	0,125	M2QA	58,9	62,5	67,0	0,67	0,77	0,79	1,15	0,8	5,7	0,3	0,4	2,0	2,8
0,185	0,225	M2QA	59,2	64,9	68,0	0,65	0,75	0,78	1,15	0,9	5,7	0,4	0,8	2,0	2,8
0,37	0,5	M2QA	62,2	66,0	70,0	0,66	0,79	0,81	1,15	0,94	6,1	0,5	1,3	2,2	3,0
0,55	0,74	M2QA	69,2	72,4	73,0	0,71	0,80	0,82	1,15	1,3	6,1	0,7	1,9	2,2	2,7
0,75	1	M2QA	72,4	75,5	75,0	0,74	0,84	0,85	1,15	1,7	6,1	0,7	2,5	2,2	3,0
1,1	1,5	M2QA	72,7	77,9	78,0	0,72	0,82	0,85	1,15	2,4	7,0	1,1	3,7	2,2	2,2

Figura 22. Datos técnicos selección motor cortadora

Cálculo de protecciones

Para este cálculo se toma en cuenta la corriente nominal o a plena carga, la cual puede ser calculada o tomada directamente de los datos del fabricante que se encuentran en la placa del motor.

Protección con fusibles:

Ecuación 12. Calculo de la protección con fusible

$$IF = k * IN$$

Dónde:

I_F = Corriente de protección de los fusibles A.

K = Constante de protección en el rango de 1.8 a 2.1

I_N = Corriente nominal o a plena carga A.

$$IF = 1.8 * 4.4$$

$$IF = 7.92 A$$

Por lo que se busca el valor comercial de 8 A.

Calculo de la corriente de protección.

Ecuación 13. Cálculo de la corriente de protección

$$I_p = C * I_N$$

Dónde:

I_p = corriente de protección. A.

C = constante de protección la cual se toma en el rango de 2 a 3.

I_N = corriente nominal o a plena carga. A.

$$IF = 2 * 4.4$$

$$IF = 8.8 A$$

Por lo que se busca el valor comercial de 6 a 8 A

Cálculo de piñones

Para este trabajo el piñón seleccionado es uno normal de bicicleta con 16 dientes, se ha seleccionado este piñón ya que la relación de trasmisión deseada es de 1:1 ya que no se necesita incrementar o reducir el torque ni la velocidad del motor tanto para el piñón motriz como para el piñón conducido, el piñón pertenece a la serie NK 60 ANSI y su estructura está fabricada de acero SAE 1040.

En la Figura 23 se muestra una imagen del piñón a utilizarse.



Figura 23. Piñón de 16 dientes.

Para la selección de los piñones y la cadena se debe tener en cuenta las siguientes características:

- La potencia del motor que es 1/8 HP.
- La velocidad del motor que es 60 RPM.
- La fuerza de empuje necesaria para mover la cortadora 2.34 Kg.
- La distancia aproximada entre centros 1.75 m.

En la Figura 24 se muestra un catálogo de piñones con sus diferentes características técnicas.

Nb. of Teeth	Pitch Dia. (P.C.D)	Outside Dia. (OD)	SINGLE B TYPE				Approx. Weight (kg)	Materials
			Bore (OD)		Hub			
			Stock	Max	HD	HL		
9	2.193	2.51	0.47	0.98	*1.693	1.260	0.40	SAE1040
10	2.427	2.76	0.59	1.18	*1.929	1.260	0.49	
11	2.662	3.01	0.59	1.26	*2.008	1.260	0.60	
12	2.898	3.25	0.59	1.26	2.008	1.260	0.69	
13	3.134	3.49	0.59	1.38	2.244	1.260	0.81	
14	3.371	3.74	0.67	1.57	2.241	1.260	0.96	
15	3.607	3.98	0.67	1.77	2.677	1.260	1.10	
16	3.844	4.22	0.67	1.89	2.874	1.260	1.30	
17	4.082	4.46	0.67	1.89	2.874	1.260	1.40	
18	4.319	4.70	0.67	2.17	3.268	1.575	2.00	
19	4.557	4.95	0.67	2.17	3.268	1.575	2.10	
20	4.794	5.19	0.67	2.17	3.268	1.575	2.20	
21	5.032	5.43	0.67	2.17	3.268	1.575	2.30	
22	5.270	5.67	0.67	2.17	3.268	1.575	2.50	
23	5.507	5.91	0.67	2.17	3.268	1.575	2.50	
24	5.746	6.15	0.67	2.17	3.268	1.575	2.60	
25	5.984	6.39	0.67	2.17	3.268	1.575	2.70	
26	6.222	6.63	0.67	2.17	3.268	1.575	2.90	
27	6.460	6.85	0.83	2.17	3.268	1.575	3.00	
28	6.698	7.11	0.83	2.17	3.268	1.575	3.10	
29	6.937	7.32	0.83	2.17	3.268	1.575	3.30	
30	7.175	7.59	0.83	2.17	3.268	1.575	3.40	

Figura 24. Catalogo de piñones. [10]

Se ha elegido para el sistema de transmisión los elementos como piñones, un rodamiento diseñado en nailon y una cadena por ser los ideales para este tipo de trabajo ya que el movimiento que se transmite es directo y limpio, de manera que no se desperdicia la potencia del motor mejorando la eficiencia.

Sabiendo que:

$$n_1 (\text{motriz}) = 60 \text{ RPM}$$

$$n_2 (\text{movido}) = 60 \text{ RPM}$$

$$d (\text{diámetro}) = ?$$

$$m (\text{módulo}) = 2,874$$

$$i (\text{relación de transmisión}) = 1$$

$$z_1 (\# \text{ de dientes})=16$$

$$z_2 (\# \text{ de dientes})=?$$

$$de (\text{diámetro exterior})= ?$$

$$do (\text{diámetro primitivo})= ?$$

Calculo de diámetros externo y primitivo del piñón, estos cálculos se realizan como acotación a la selección del piñón que se muestra en la Ecuación 9.

Ecuación 14 Cálculo de diámetros externo del piñón

$$de_1 = m(z_1 + 2)$$

Dónde:

$$de_1 = \text{Diámetro exterior mm}$$

$$m = \text{Modulo}$$

$$z_1 = \text{Numero de dientes}$$

$$de_1 = 2,874 (16 + 2)$$

$$de_1 = 51,732 \text{ mm}$$

Ecuación 15. Diámetro primitivo del piñón

$$do_1 = m * z_1$$

Dónde:

$$do_1 = \text{Diámetro exterior mm}$$

$$m = \text{Módulo}$$

$$z_1 = \text{Número de dientes}$$

$$do_1 = 2,874 * 16$$

$$do_1 = 45,98[\text{mm}]$$

*Cálculo de las rpm movidas**Ecuación 96. Cálculo de las rpm movidas*

$$n_2 = i * n_1$$

Dónde:

n_2 = Piñón movid

i = Relación de trasmisión

n_1 = Piñón Motriz

$$n_2 = 1 * 60$$

$$n_2 = 60[rpm]$$

Paso para todos los elementos

Ecuación 17. Calculo del paso para todos los elementos

$$p = m * \pi$$

Dónde:

p = Paso

m = Modulo

π = 3,1416

$$p = 2,874 * 3,1416$$

$$p = [9,029]$$

Cálculo de largo de cadena

Por lo general, las cadenas tienen los siguientes componentes básicos: eslabones, pasadores y rodillos. La cadena es articulada en cada junta, para girar alrededor de cada diente de la rueda dentada. El paso de la cadena es la distancia de los centros de las articulaciones. [10]

En la Figura 25 se muestra los componentes y terminología básicos de las cadenas.

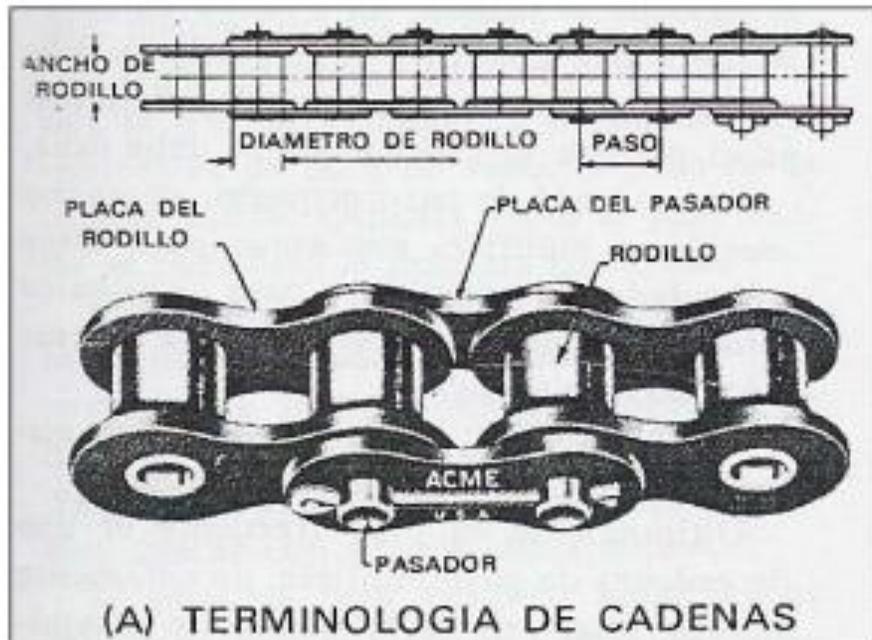


Figura 25: Terminología general de las cadenas. [10]

Clasificación de las cadenas.

- Cadenas desmontables.
- Cadenas articuladas.
- Cadenas de placas laterales escalonadas.
- Cadena de rodillos.
- Cadenas de rodillo de doble paso.
- Cadenas silenciosas.
- Cadenas de bolas.

Debido a que los piñones son de las mismas dimensiones para este cálculo solo necesitaríamos la siguiente formula.

Ecuación 108. Cálculo del largo de la cadena

$$LC = C + D$$

Dónde:

LC= Largo de la cadena.

C= Distancia entre centros 1.75 [m].

D= Diámetro externo del piñón

$$LC = 1.75 + 0.055$$

$$LC = 1.805[m]$$

La cadena es una estándar de rodillo 35 y paso 3/8 [pulg].

En la Figura 26 se muestra un catálogo de cadenas con sus diferentes características técnicas.

Cadena		Paso	Ancho entre placas interiores		Diámetros del rodillo		Diámetros del perno		Longitud del perno		Paso transversal		Carga de ruptura		Peso		
ANSI N°.	DIN ISO N°.	P		W max		R max		D max		L max		C		min	min		
		in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	L _f	Kg	Lb/ft	Kg/m
25		1/4	6.35	0.125	3.18	0.130	3.30	0.091	2.31	0.339	8.60			990	450	0.09	0.14
35		3/8	9.525	0.188	4.78	0.200	5.08	0.141	3.59	0.510	12.95			2420	1100	0.22	0.33
40	08A	1/2	12.70	0.313	7.95	0.312	7.92	0.156	3.97	0.601	17.45			4200	1920	0.41	0.62
41	085	1/2	12.70	0.251	6.38	0.305	7.77	0.141	3.59	0.567	14.40			2640	1200	0.27	0.41
50	10A	5/8	15.875	0.375	9.53	0.400	10.16	0.200	5.09	0.858	21.75			7040	3200	0.71	1.06

Figura 26. Catálogo de cadenas [11]

Micro interruptores (finales de carrera).

Estos interruptores serán utilizados como finales de carrera del recorrido de la cortadora de tela, controlando el cambio de giro del motor.

Selección:

Se ha seleccionado el interruptor Z-15GW2, este es unipolar ya que es normalmente cerrado hacia un polo y normalmente abierto hacia el otro. Se ha seleccionado tomando en cuenta los siguientes datos técnicos:

En la Tabla 6 se muestran los datos técnicos tomados en cuenta para la selección de este interruptor.

Tabla 6. Datos técnicos para la selección del Interruptor

Datos	
Fuerza de liberación máxima	100 [g]
Fuerza de liberación mínima	22 [g]
Movimiento diferencial máximo	1.02 [mm]
Posición de funcionamiento	30.2 ± 0.8 [mm]
Posición libre máxima	36.5 [mm]

Fuente: [13]

Entonces gracias a su diseño pequeño y compacto con sensibilidad en el contacto muy alta es el interruptor indicado y la fuerza que soporta en el impacto de la cortadora el interruptor no recibe toda la fuerza debido a que la desconexión se realiza en milisegundos apagando el motor o cambiándolo de giro. Además, al no tener mucho espacio para su montaje es perfecto por su tamaño.

En la Figura 27 se muestra el micro interruptor a utilizarse.



Figura 27. Micro interruptor Z-15GW2 [15]

2.3.1.2. Mecanismos de conteo de vueltas.

Este mecanismo permite realizar la medición de los metros de tela requeridos por el usuario automáticamente, este proceso se realiza mediante la utilización de un encoder incremental el cual se encarga de tomar las señales requeridas y enviarlas al PLC para ser procesadas algebraicamente obteniendo el conteo de metros.

Encoder incremental.

El encoder tiene un disco codificado que está marcado con un patrón radial. A medida que el disco gira (con el eje), la luz de un LED brilla a través del patrón y es recogido por una foto sensor. Esto efectivamente genera las señales A y B que se muestra en la Figura 45, Un pulso se dispara una vez por cada rotación completa del disco, que puede ser utilizado para la calibración de un sistema. [11]

En la figura 28 se muestra la señal de un encoder incremental óptico.

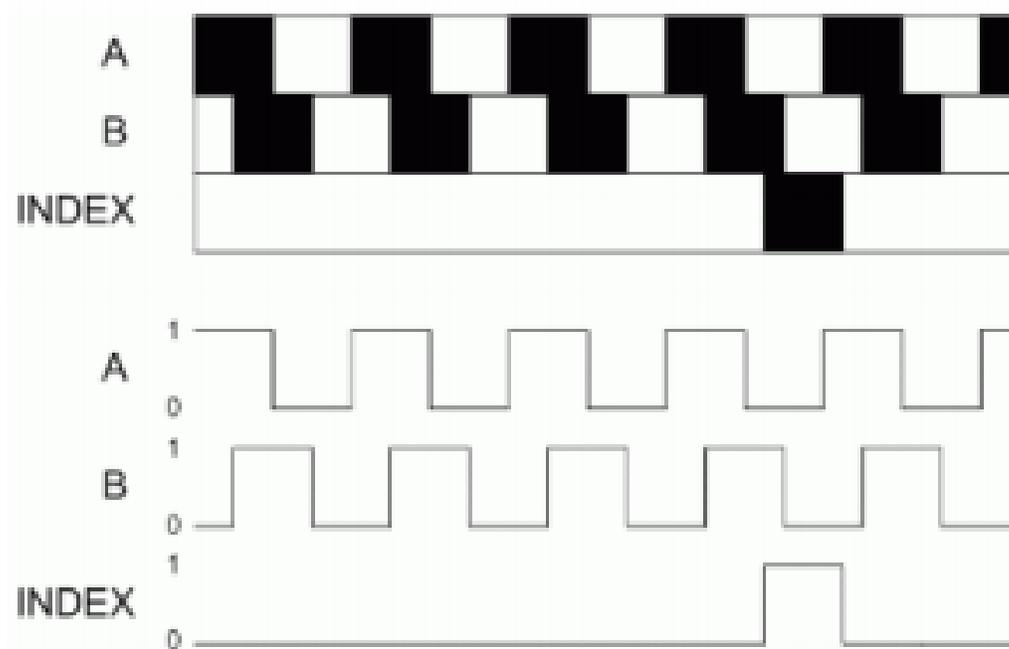


Figura 28. Señales del encoder incremental óptico

Este tipo de sensor entrega una señal específica en forma de pulsos por cada vuelta del eje 360, la cantidad de pulsos depende de la resolución del número de divisiones que tenga el disco de codificación, por ejemplo, en nuestro caso utilizaremos un encoder con resolución de 1 pulso por revolución o 400 pulsos por revolución.

Selección del encoder.

Las características de selección variaran de acuerdo al trabajo a realizarse y para esto realizaremos una comparación entre los dos tipos de encoder que podemos encontrar en el mercado el encoder incremental y el absoluto para determinar qué tipo es más eficiente en este sistema.

En la Tabla 7 se muestra una comparación de las características del encoder incremental y absoluto.

Tabla 7. Comparación encoder incremental y absoluto

ENCODER INCREMENTAL	ENCODER ABSOLUTO
<ul style="list-style-type: none"> • Emite una cantidad específica de pulsos equitativamente espaciados o equidistantes, por revolución o vuelta (360). 	<ul style="list-style-type: none"> • Emite señales digitales que se pueden interpretar como posición actual del encoder, así como su velocidad y dirección de movimiento
<ul style="list-style-type: none"> • Utilizado para controlar la velocidad de motores trifásicos, CD, para medición de longitudes materiales entre otras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizados en la robótica, CNC, automatismos donde se requiera un control de posicionamiento o de avance en adelante y retroceso, controlando motores paso a paso, servomotores, entre otros.

Fuente: [17]

Se ha elegido el tipo de encoder incremental Tomando en cuenta:

- La precisión requerida para la medición.
- La capacidad de entradas rápidas que se utilice en el controlador.
- Especificaciones técnicas.
- Tipo de instalación a realizarse.
- Capacidad de memoria y de contadores rápidos del controlador en este caso el PLC.

Una vez seleccionado que el tipo incremental es el adecuado para este trabajo, en la Tabla 8 se detallan ciertas características de Encoders que pueden ajustarse al control que se implementará en el proceso de la máquina.

Tabla 8. Características Técnicas de Encoders.

	HANYOUNG NUX	AUTONICS	OMRON
Serie	HE50B-8-600-3-T-24	E58	E6C3 -CWZ5GH
Capacidad	1 y 400 PPR	1,2,5 y 12 PPR	300 PPR
Alimentación	12/24 VDC	12/24 VDC	12/24 VDC
Grado de protección	IP50 e IP55	IP50	IP65
Conexión	Cable apantallado no universal	Cable apantallado no universal	Cable apantallado no universal
Costo	Bajo	Medio	Alto
Conocimiento del producto	Alta	Ninguna	Ninguna
Vinculación de la empresa con distribuidores	Alta	Ninguna	Ninguna

Por esto se ha seleccionado el encoder HANYOUNG NUX 43828 / HE50B-8-600-3-T-24, sus especificaciones técnicas son:

- Encoder tipo incremental.
- Capacidad variable dependiendo de la señal tomada de 1ppr y 400ppr.
- Alimentación 24 [VDC].
- Grado de protección: IP50 o IP55.
- Tipos de salidas: salida A, salida B, salida Z, VCC, GND y FG.

- Conexión: cable apantallado no universal.
- Tipo de salida: salida de voltaje NPN.
- Frecuencia de señal 40 [KHz].
- Acoplamiento rígido

En la Figura 29 se muestra todas las especificaciones técnicas de este encoder.

Mode #	HE00B -GGGN-	HE00B -GGGO-	HE00B -GGGT-	HE00B -GGGL-
Output type	NPN Voltage output	NPN Open collector output	Totem Pole Output	Line Driver Output
Output type	A, B, Z phase			A,B,Z,A,B,Z phase
Phase difference on Output	Phase difference between A, B phase: $T/4 \pm T/8$ (Cycle of A phase = T)			
Max Response Frequency	300 kHz			
Power voltage	5 - 12 V d.c / 12 - 24 V d.c $\pm 5\%$			5 V d.c $\pm 5\%$
Current Consumption	70 mA Max. (No-load) Line Drive output below 30 mA (No-load)			
Connection method	WIRE			
Control output	Load voltage : 30 V Max. Load Current : 30 mA Max. Residual Voltage : 0.4 V Max.		For Low Load Current: 30 mA Max. Residual Voltage: 0.4 V Max. For High Load Current: 10 mA Max. Residual Voltage: Above -2.5V of rated voltage	For Low Load Current: 20 mA Max. Residual Voltage: 0.4 V Max. For High Load Current: 20 mA Max. Residual Voltage: 2.5 V Max.
Response Time	1 μ s Max. (Cable length 1.5 m / sink=30 mA)		1 μ s Max. (Cable length 1.5 m / sink=10 mA)	1 μ s Max. (Cable length 1.5 m / sink= 30 mA)
Starting Torque	$\varnothing 40$: 40 gf \cdot cm (0.004 N \cdot m Max.) $\varnothing 50$: 80 gf \cdot cm (0.008 N \cdot m Max.)			
Moment of inertia	$\varnothing 40$: 40 g \cdot cm ² Max., $\varnothing 50$: 80 g \cdot cm ² Max.			
Permissible Shaft Loading	$\varnothing 40$: Radial: Within 2 kgf, Thrust: Within 1 kgf $\varnothing 50$: Radial: Within 2.5 kgf, Thrust: Within 1.2 kgf			
Max. Permissible Revolution	5000 rpm			
Bearing Life	1.2 x 10 ⁶ /rpm : hour			
Insulation Resistance	Over 100 M Ω (Base on 500 V d.c mega between terminal and case)			
Dielectric strength	800 V a.c (Between terminal and case at 60Hz for 1 minute)			
Vibration Resistance	10-55Hz (Cycle for 1 minute), Double amplitude width: 1.5mm, Each X - Y - Z direction for 2 hours			
Shock Resistance	$\varnothing 40$: 50 G Max., $\varnothing 50$: 75 G Max.			
Operating Ambient Temperature	-10 - 60 $^{\circ}$ C (Without condensation), Storage Temperature: -25 - 85 $^{\circ}$ C			
Operating Ambient Humidity	35 - 85 % RH			
Protection	Protection IP 50 (IEC Standard)			
Wire Specification	5 P, $\varnothing 5.0$ mm, Length : 1.5 m, Shield cable (Line Driver Type : 8P, $\varnothing 5.0$ mm, Length : 1.5 m, Shield cable)			
Weight	$\varnothing 40$: 170 g, $\varnothing 50$: 200 g			
Accessory	$\varnothing 8.0$ mm Coupling, Bracket ($\varnothing 40$ mm Bracket - Separate sales)			

Figura 29. Especificaciones técnicas [18]

En la Figura 30 se muestra el encoder elegido para este sistema.



Figura 30. Hanyoung nux 43828/HE50B-8-600-3-T-247 [18]

Selección del acople para medición.

Esto se hace para determinar el mecanismo de acople adecuado para la medición de tela se tiene la medición longitudinal por rueda y por rodillo.

En la Figura 31 se muestra los dos casos de medición que se pueden presentar.

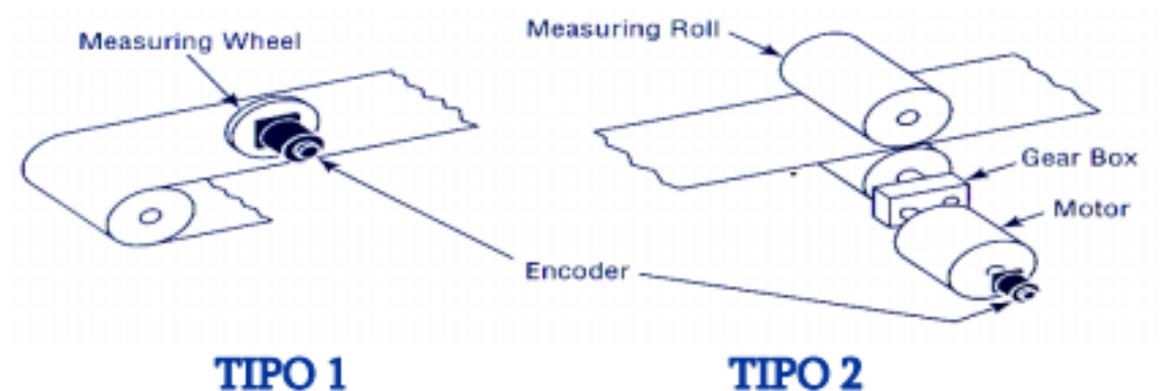


Figura 31. Tipos de mediciones longitudinales

En la Figura 32 se muestra las fórmulas para el cálculo de la calibración constante K en los distintos tipos de medición.

Longitud	Aplicación	
Display de resolución	Rueda de medición Tipo 1	Rodillo de medición Tipo 2
1 pie	$K = \frac{C}{12 N}$	$K = \frac{0.2618D}{GN}$
1 pulgada	$K = \frac{C}{N}$	$K = \frac{3.1416D}{GN}$
0.1 pulgadas	$K = \frac{10C}{N}$	$K = \frac{31.416D}{GN}$
0.01 pulgadas	$K = \frac{100C}{N}$	$K = \frac{314.6D}{GN}$
1 metro	$K = \frac{M}{N}$	$K = \frac{0.079796D}{GN}$
1 decímetro	$K = \frac{10M}{N}$	$K = \frac{0.797966D}{GN}$
1 centímetro	$K = \frac{100M}{N}$	$K = \frac{7.97966D}{GN}$
1 milímetro	$K = \frac{1000M}{N}$	$K = \frac{79.796D}{GN}$
0.1 milímetro	$K = \frac{10.000M}{N}$	$K = \frac{797.966D}{GN}$

Figura 32. Factor de calibración

Con la formula tomada de la Figura 2.20 se realiza el cálculo de K, la cual debe ser establecida en el contador para dar la resolución deseada en el display.

Ecuación 11 Constante de calibración

$$K = \frac{M}{N}$$

Dónde:

K = factor de calibración []

M = medida requerida en el display de resolución[m]

N = Pulsos del encoder por revolución [ppr]

$$K = \frac{1}{1}$$

$$K = 1$$

Y para realizar el cálculo de relación entre pulsos y metros se lo ha hecho con una adaptación manual acoplando el encoder a una cuenta metros industrial y mediante pruebas se ha determinado que:

$$2[\text{ppr}] = 1[\text{m}]$$

La señal tomada del encoder es la señal Z que tiene una resolución de 1 [ppr], se ha tomado esta señal y no la de mayor resolución de 400 [ppr], debido a que el sistema ocasionalmente debe realizar mediciones muy grandes como 200, 300 [m] y al tener un gran número de pulsos la memoria del PLC no abastecería el conteo ya que el resultado de bits contados sería sumamente elevado.

Entonces se ha visto necesario utilizar esta señal para poder realizar conteos grandes sin problemas de memoria.

En la Figura 33 se muestra el sistema acoplado con el cual se realizó las pruebas para determinar la relación entre pulsos y metros.



Figura 33. Acople para toma de referencia entre ppr y metros

2.3.2. Subsistema de control.

2.3.2.1. Requisitos del subsistema de control.

En la Tabla 9 se muestra los requisitos del sistema.

Tabla 9 Requisitos del sistema

Característica	Elemento	Módulo	Objeto	Función
Entrada Digital I1	Interruptor	LOGO!12/24 RC	A1	Sistema Automático
Entrada Digital I2	Interruptor	LOGO!12/24 RC	A2	Sistema Manual
Entrada Digital I4	Encoder incremental	LOGO!12/24 RC	A4	Pulsos para medición
Entrada Digital I7	Sensor de contacto #1	LOGO!12/24 RC	A5	Contacto NA
Entrada Digital I8	Sensor de contacto #2	LOGO!12/24 RC	A6	Contacto NA
Entrada Digital I9	Paro de emergencia	LOGO!12/24 RC	A7	Contacto NC
Salida Digital Q1	Luz Piloto #1	LOGO!12/24 RC	E1	Sistema OFF
Salida Digital Q2	Luz Piloto #2	LOGO!12/24 RC	E2	Sistema ON
Salida Digital Q3	Luz Piloto #3	LOGO!12/24 RC	E3	Sistema en Proceso
Salida Digital Q4	Contactador	LOGO!12/24 RC	E4	Enclavamiento contactor
Salida Digital Q5	Motor # 1	Módulo DM8	Z	Transmisión Enrollador
Salida Digital Q6	Relé Cortadora de tela	Módulo DM8	Y	Cortadora ON/OFF
Salida Digital Q7	Relé 1 Motor #1	Módulo DM8	X	Giro primer sentido
Característica	Elemento	Módulo	Objeto	Función
Salida Digital Q8	Relé 2 Motor #1	Módulo DM8	X	Giro segundo sentido
RS-485	HMI	LOGO!12/24 RC	RS	Puerto de comunicación

2.3.3. Desarrollo del subsistema de control.

Selección del PLC.

Debido a que el procesamiento requerido no necesita ningún lazo de control avanzado, ni procesamiento matemático alguno, se ha elegido un PLC de gama baja, mismo que es suficiente para esta implementación. En la Tabla 10 se detallan ciertas características de PLCs que pueden ajustarse al control que se implementara en el proceso de la máquina.

Tabla 10. Características técnicas de PLCs

	Siemens	Allen Bradley	ABB
Serie	Logo!	Micro 810	CL
Entradas Digitales	8	4	8
Salidas Digitales	4	4	4
Módulo de expansión	Si	NO	NO
Voltaje	12/24V	12/24V	12/24V
Conocimiento del producto	Alta	Ninguna	Ninguna
Vinculación de la empresa con distribuidores	Alta	Ninguna	Ninguna

La Figura 34 muestra el PLC SIEMENS LOGO 12/24 RC que se ajusta de manera perfecta a los requerimientos de este proyecto. Los distribuidores de Siemenes han garantizado a la empresa sus productos, además la empresa cuenta con personal capacitado siendo otro razón para ser elegido



Figura 34. PLC SIEMENS LOGO! 12/24 RC [17]

El PIC recibe las señales de entrada provenientes de los dispositivos de maniobra para procesarlas, y según su estado activa las diferentes señales de control que serán las que gobiernen el funcionamiento de los diferentes actuadores. Las características del PLC LOGO! Se indican a continuación.

Módulo digital de expansión DM 8

El módulo digital DM8 es una expansión del controlador LOGO! que es utilizado en la activación de las luces pilotos del gabinete del control y activar el relé del motor eléctrico. En la Figura 35 anterior se observa la estructura del módulo digital DM8.

En la Tabla 11 se indican las características generales del módulo de expansión digital DM8.

Tabla 11. Características módulo digital DM8.

Características	LOGO! 12/24V DC
Tensión de alimentación	12/24 V DC
Rango admisible	10,8 a 28,8 V DC
Consumo de corriente	25 a 50 mA
Entradas digitales	4
Salidas digitales	4
Tipo de salida	Relé
Dimensiones (ancho x alto x prof)	36 x 90 x 53 mm

Fuente: [16]

HMI LOGO! TD

Para la interfaz del HMI se utilizó el LOGO! TD es un dispositivo adicional que permite visualizar y controlar los datos del sistema. Incorpora cuatro teclas de función programables, también dispone de cuatro teclas de cursor, una tecla ESC y una tecla OK, que también pueden programarse y utilizarse para la navegación en el LOGO! TD. En la interfaz del HMI con el controlador se utiliza el protocolo de comunicación RS – 485. En la Figura 35 se indica la estructura con sus partes del HMI LOGO! TD. [12]

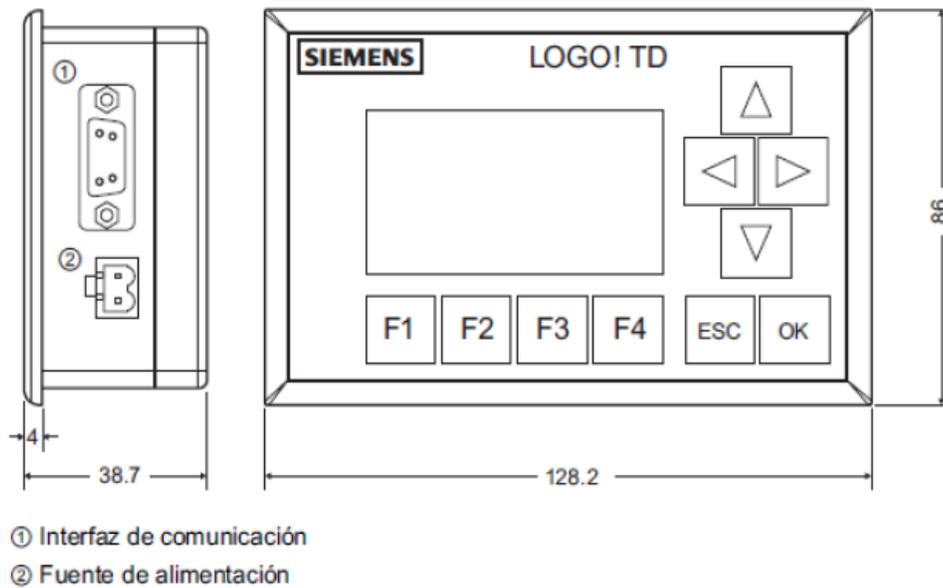


Figura 35 Pantalla HMI LOGO TD [16]

Entre las características generales se puede mencionar las siguientes:

- Fuente de alimentación externa con 12/24 V DC.
- Protocolo de comunicación RS – 485 con el controlador LOGO!.
- Tiene 6 botones estándar del módulo básico de LOGO! más 4 teclas de función como entradas adicionales.
- Display retroiluminado de 4 líneas y de 32 caracteres por línea.
- Retroiluminación automática de la pantalla ante determinados mensajes/gráficos.
- Sencilla funcionalidad de gráfico de barras.
- Dimensiones de 128,2 x 86 x 38,7 mm. [12]

2.3.4. Gabinetes metálicos.

El gabinete metálico sirve para tener una mejor accesibilidad a los mandos y ordenar el respectivo cableado de los elementos utilizados en el proyecto.

En la Figura 36 se muestra las características de algunos tableros con protección I.P.54 comerciales que se encuentran en el mercado y la selección que se ha hecho.

Caja - Bandeja		Prof: 150 mm.		Prof: 225 mm.		Prof: 300 mm.	
ancho x alto		Peso (Kg) Codigo		Peso (Kg) Codigo		Peso(Kg) Codigo	
200 x 200	140 x 140	4	1				
200 x 300	140 x 240	5,5	2	6,15	16		
300 x 300	240 x 240	7	3	8,2	17	9,8	30
300 x 450	240 x 390	10,05	4	12,75	18	14,7	31
300 x 600	240 x 540	12,61	5	14,4	19	16,5	32
450 x 300	390 x 240	10,61	6	12,75	20	14,7	33
450 x 450	390 x 390	14,04	7	15,6	21	17,3	34
450 x 600	390 x 590	16,96	8	18,9	22	20,95	35
450 x 750	390 x 690	19,9	9	23,1	23	25,5	36
600 x 300	540 x 240	12,61	10	14,4	24	16,5	37
600 x 450	540 x 390	16,96	11	18,9	25	20,95	38

Figura 36. Características tableros comerciales I.P.54 [18]

Las dimensiones del gabinete metálico para el control del sistema general se toma en cuenta por los elementos que conforman internamente estos gabinetes y las medidas más recomendables para el espacio físico a utilizarse son 600*400*200 [mm], para este controlador las dimensiones del gabinete son de 600*450*225 [mm].

Se ha elegido uno de protección I.P.54 ya que es necesario tener protección contra agentes externos solidos como polvo, pelusas que son abundantes en una fábrica de tela y además por mayor precaución la protección contra salpicadura de agua evitando que los dispositivos electrónicos internos corran peligro ante alguna de estas acciones.

En la Figura 37 se muestra un diseño del gabinete a utilizarse y distribución de componentes

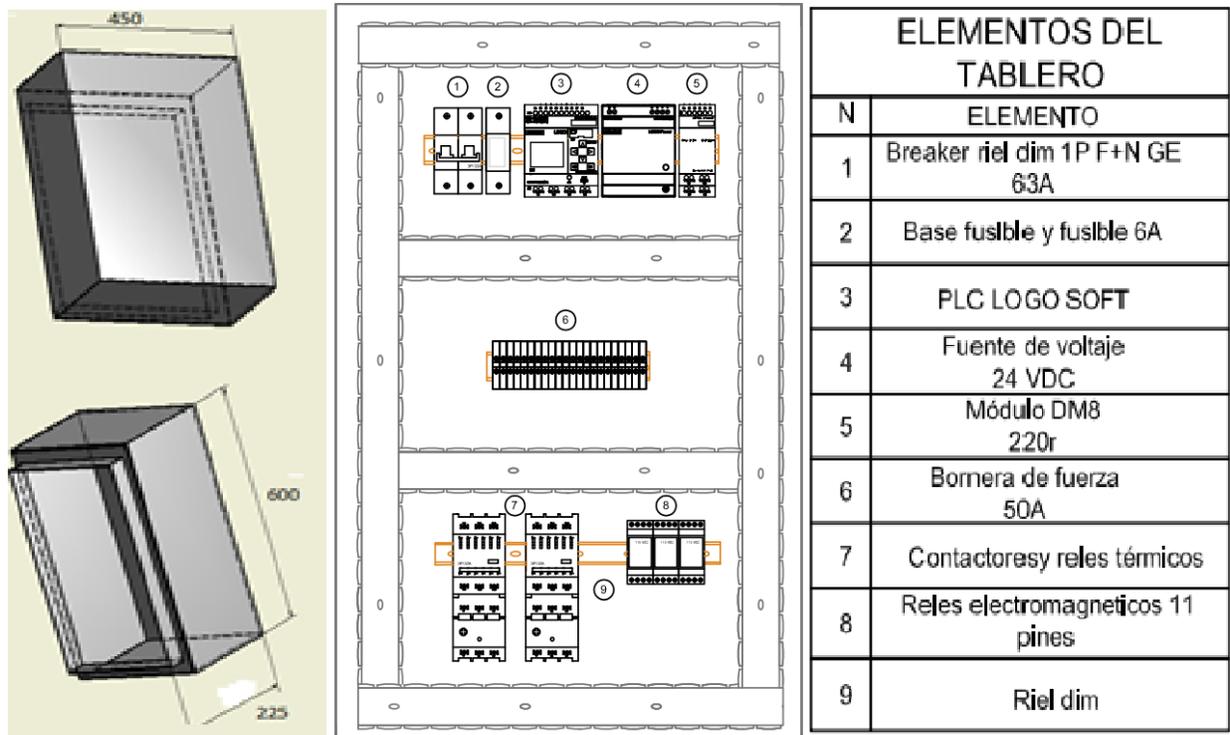


Figura 37 Gabinete metálico, distribución de componentes

2.3.5. Subsistema de respuesta

En la Figura 38 se muestra los pasos a seguir para programar, simular, realizar el test offline y online.

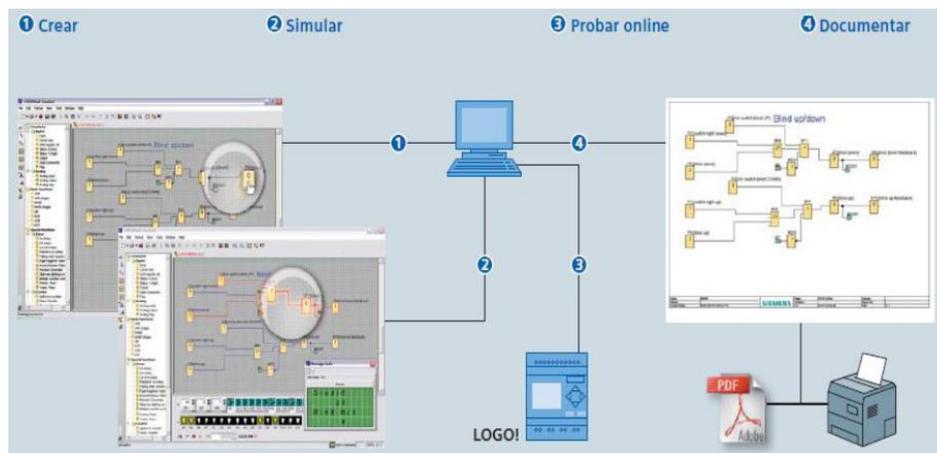


Figura 38. Esquema generalizado de programación LOGO! Soft Comform [16]

A la hora de programar es muy importante analizar las distintas variables y factores internos y externos que intervienen en el sistema, ya que hay que realizar una programación de gran exactitud para evitar pérdidas materiales y humanas, en especial en procesos de mayor grado industrial.

2.3.6. Descripción del software.

Mediante el análisis de los requisitos de este sistema y del software a realizarse, se lo ha dividido en procesos como son:

- a) Proceso 1: Inicio del sistema.
- b) Proceso 2: Ajustar la medida requerida
- c) Proceso 3: Selección del sistema manual o automático.
- d) Proceso 4: Inicio del ciclo.
- e) Proceso 5: Activación de motoreductor de enrollado.
- f) Proceso 6: Censado de medición.
- g) Proceso 7: Activación motor #2, cortadora y control de giro.
- h) Proceso 8: Finalización del ciclo.
- i) Proceso 9: Contador a cero.

CAPITULO III

3. RESULTADOS

IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y ANÁLISIS

Una vez realizado los puntos del capítulo de diseño y construcción de los mecanismos, circuitos esquemas eléctricos y estructurada la programación del controlador, en este capítulo se procede a la instalación de los diferentes mecanismos y sistema de control que conforman el sistema de doblado y enrollado de tela, para posteriormente realizar las diferentes pruebas y análisis para que el sistema tenga un óptimo desempeño.

3.1. Montaje del sistema de control

Para la implementación del sistema de automatización se realizan diferentes actividades y se detalla los elementos del sistema con los cuales se obtiene una mayor eficiencia en la máquina.

Para representar el montaje de los diferentes elementos que forman parte del sistema y cada actividad realizada se lo hace mediante códigos basados en la simbología ASME

En la tabla 12 se muestra las actividades de ensamblaje con su respectivo código.

Tabla 12. Actividades generales de ensamblaje.

Código	Actividad
E1	Montaje del mecanismo de corte
E2	Montaje del mecanismo de medición
E3	Montaje del subsistema de control

En la Figura 39 muestra el diagrama de flujo del montaje de los elementos del sistema.

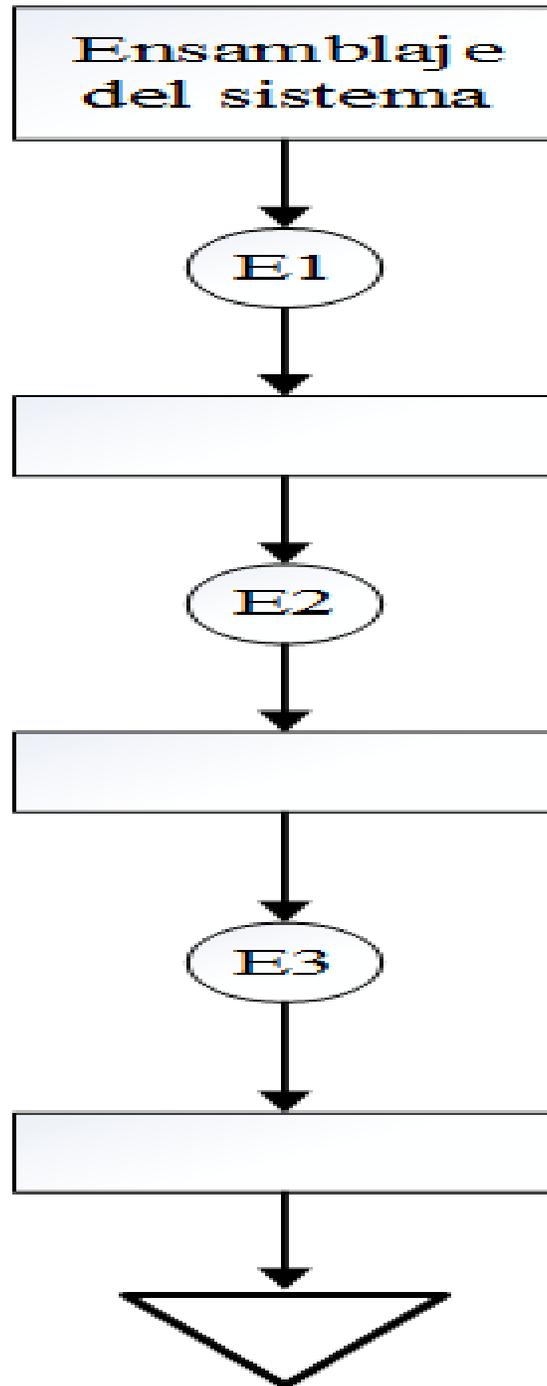


Figura 39. Diagrama de flujo montaje máquina

3.1.1. Montaje del mecanismo de corte. *Tabla*

Tabla 13. Actividades mecanismo de corte

Código	Actividad
1	Selección de materiales
2	Montaje de los cilindros y base de cortadora
3	Montaje riel de cadena
4	Montaje cadena
5	Montaje motor
6	Montaje micro interruptores
7	Montaje cortadora de tela
8	Montaje cableado motor, micro interruptores y cortadora de tela

En la Figura 40 se muestra el diagrama de flujo de las actividades realizadas para el montaje del mecanismo de corte.

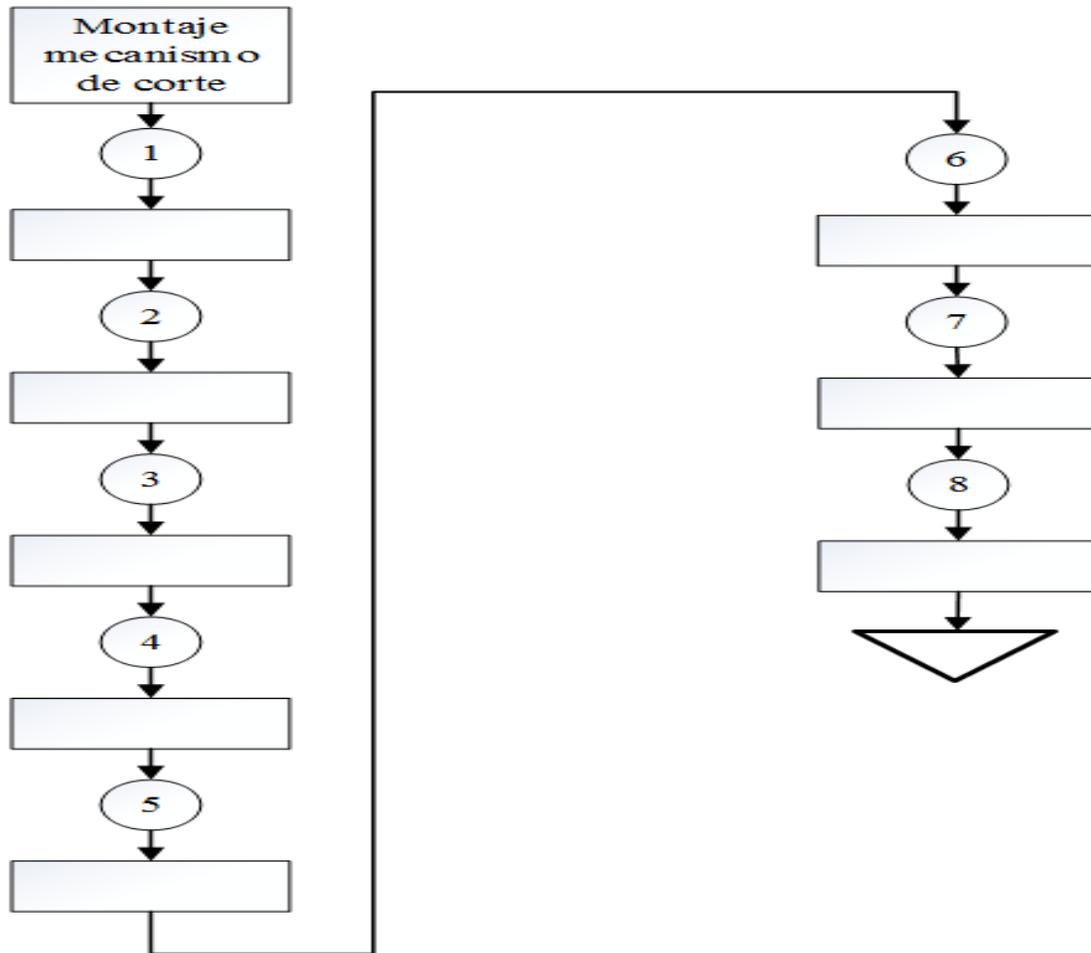


Figura 40. Diagrama de flujo montaje del mecanismo de corte

Descripción

La selección de materiales se realiza mediante criterios y cálculos de diseño que se ajusten a los requisitos del sistema.

La base de la cortadora montada sobre los cilindros que serán eje y soportes para el recorrido lineal de la cortadora, una vez realizado esto se procede a acoplar los cilindros en las columnas base de la máquina mediante pernos que encajan en el roscado de los cilindros, las medidas para su posición se dieron tomando en cuenta el lugar exacto donde no interfiera ni con el proceso de doblado ni tenga algún tipo de obstrucción en el recorrido lineal de la cortadora para evitar lastimar la tela o la cortadora con alguna fricción.

La guía se empotra a las columnas de la máquina, para el montaje de la cadena de transmisión se lo realizo haciendo que el piñón fijo de la base tenga un ajuste exacto con la cadena y su guía, para evitar posibles saltos del piñón sobre la cadena lo que no sucede si ajustamos con precisión el piñón haciendo base en la cadena.

En el costado motriz la cadena se sujetará con el piñón motriz y del lado movido hará base en un rodamiento de nailon y la guía de la cadena está sujeta a dos acoples.

En el lado motriz donde la cadena es ajustada por el piñón acoplado al motor que dará la fuerza para este sistema de transmisión. El motor está sujeto por una base en la cual la posición del motor se puede variar la cual ayuda a posicionar el piñón en el lugar adecuado y de igual manera templar la cadena de una buena forma ya que esto es indispensable para que no vaya a existir saltos del piñón fijo sobre la cadena.

El motor esta acoplado en la parte externa de la columna y para poder colocar la cadena en el piñón se realizó un corte en la columna por donde podrá salir la cadena hacia el Piñón motriz, con lo cual se ahorra el uso de sistemas de transmisión de mayor dificultad.

Luego se realiza el montaje de los micro interruptores, que no solo ayudan a controlar el giro del motor sino también a dar limite a la carrera de la cortadora, para la ubicación de ellos se ha analizado el lugar donde pueda la cortadora presionar estos contactos, de manera que no vayan a fallar en la emisión de señal hacia el controlador y por consiguiente falle el ciclo en proceso. Para su posterior cableado hacia el gabinete de control a las entradas I7 e I8 respectivamente.

Por último procedemos a montar la cortadora de tela en la base sujetándola con una abrazadera de nailon y acoplándolas a la base ubicándola en la posición deseada para que realice un buen trabajo tiene un sistema de regulación entonces el operario podrá ajustarla de acuerdo a sus necesidades.

Y por último una vez ubicados todos los dispositivos que consisten este mecanismo procedemos al cableado técnico de el motor, la cortadora de tela y los micro interruptores utilizando cable especificado para cada uno.

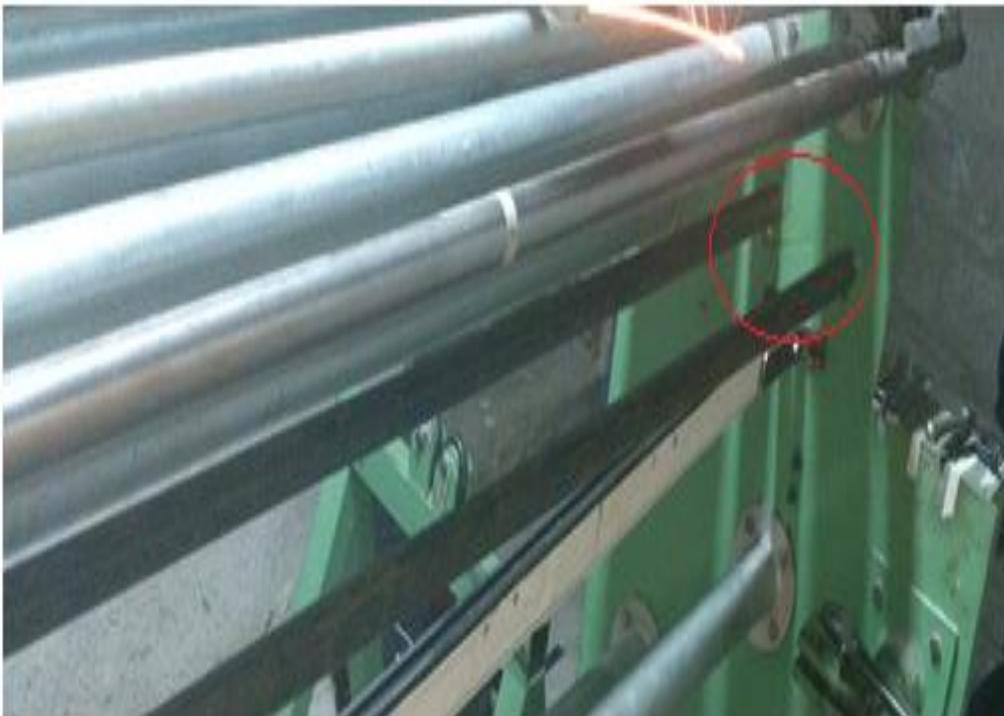
La Tabla 13 muestra gráficamente las actividades realizadas en este sistema:

Tabla 14. Implementación mecanismo de corte

Actividad 1 y 2



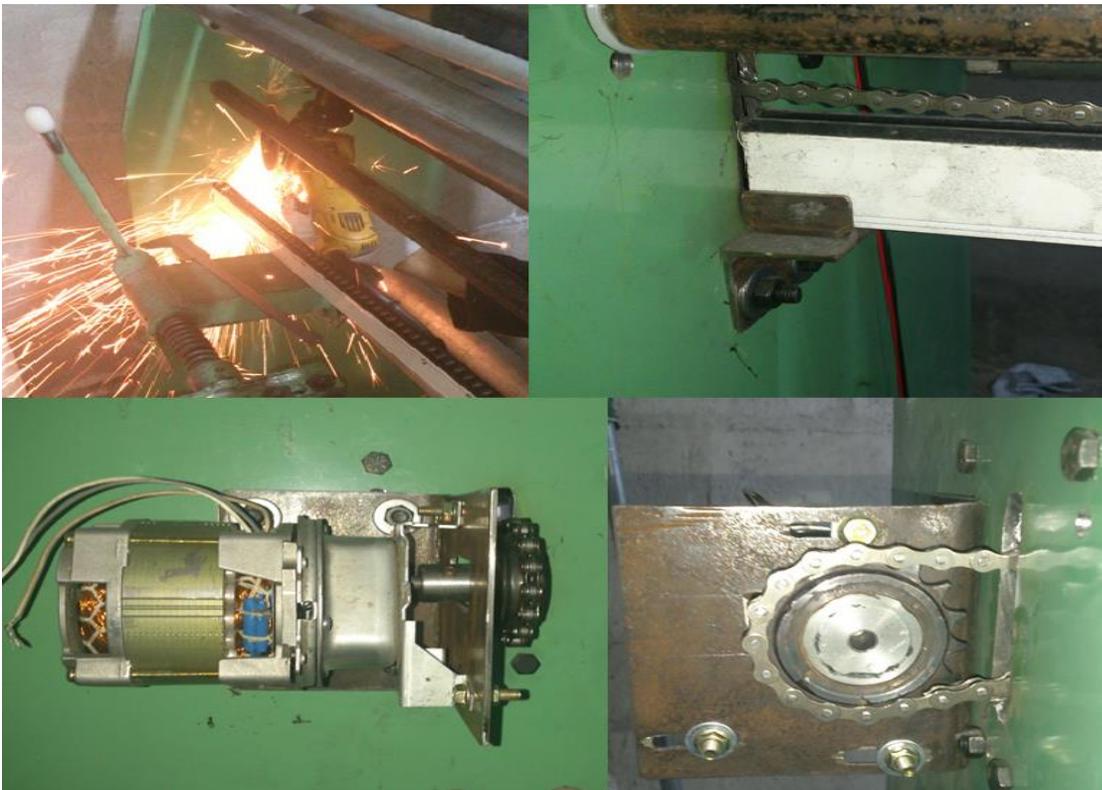
Actividad 3



Actividad 4



Actividad 5



Actividad 6



Actividad 7



Montaje del mecanismo de medición. En la **Tabla 15** se muestran las actividades a realizarse para el montaje del mecanismo de medición.

Tabla 15. Actividades mecanismo de medición

Código	Actividad
1	Selección de materiales
2	Montaje base encoder
3	Montaje encoder

En la Figura 41 se muestra el diagrama de flujo de las actividades realizadas para el montaje del mecanismo de corte.

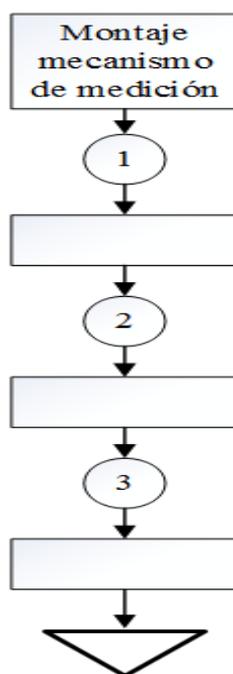


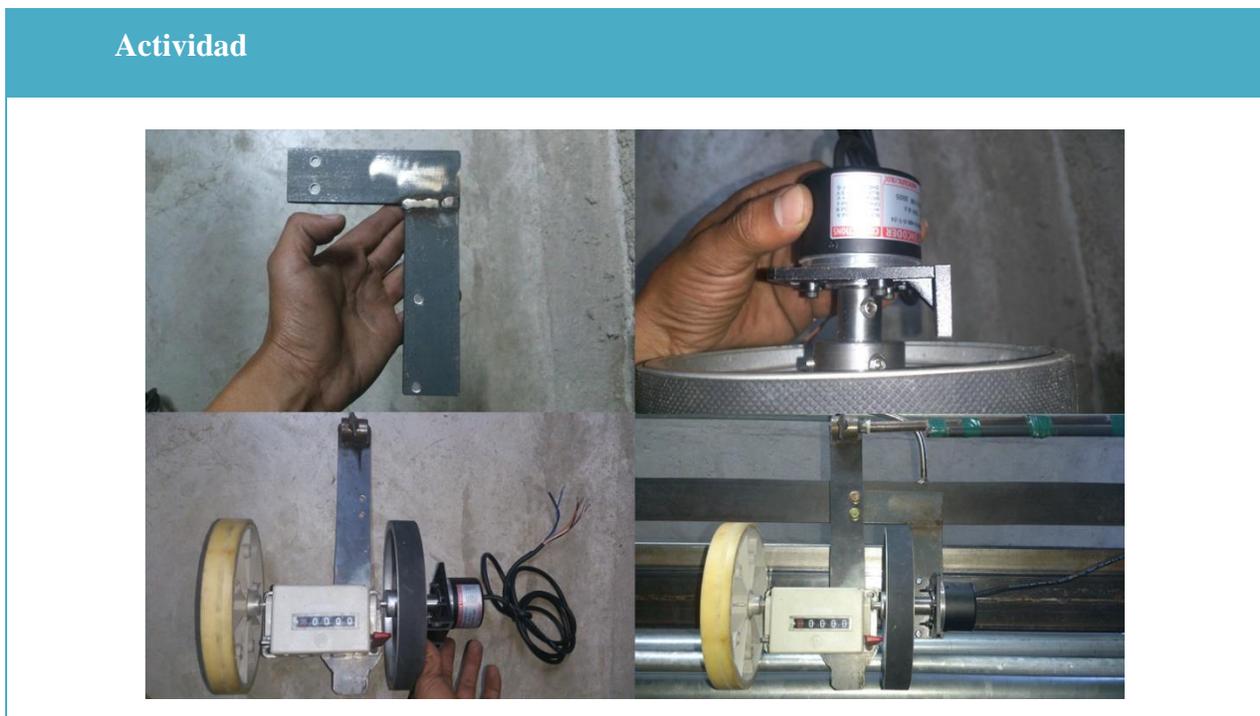
Figura 41. flujograma montaje de mecanismo de corte

Descripción.

Para el montaje de este sistema se ha escogido el conteo longitudinal con rueda ya especificado en el capítulo de diseño, para lo cual se une el encoder a la rueda de un cuenta metros industrial mediante un acople y este mecanismo es montado sobre el paso de tela para realizar el conteo de pulsos. Para su posterior cableado hacia el gabinete de control a la entrada I4 (contador rápido).

En la Tabla 16 se muestra imágenes del montaje mecanismo de medición.

Tabla 16.. Gráficos mecanismo de medición



Montaje del subsistema de control.

El montaje de este subsistema se lo hace en el gabinete de dimensiones 60*45*25 [cm], para realizar el cableado de entradas y salidas de los diferentes elementos del sistema.

En la Figura 42 se muestra el interior del gabinete de control.

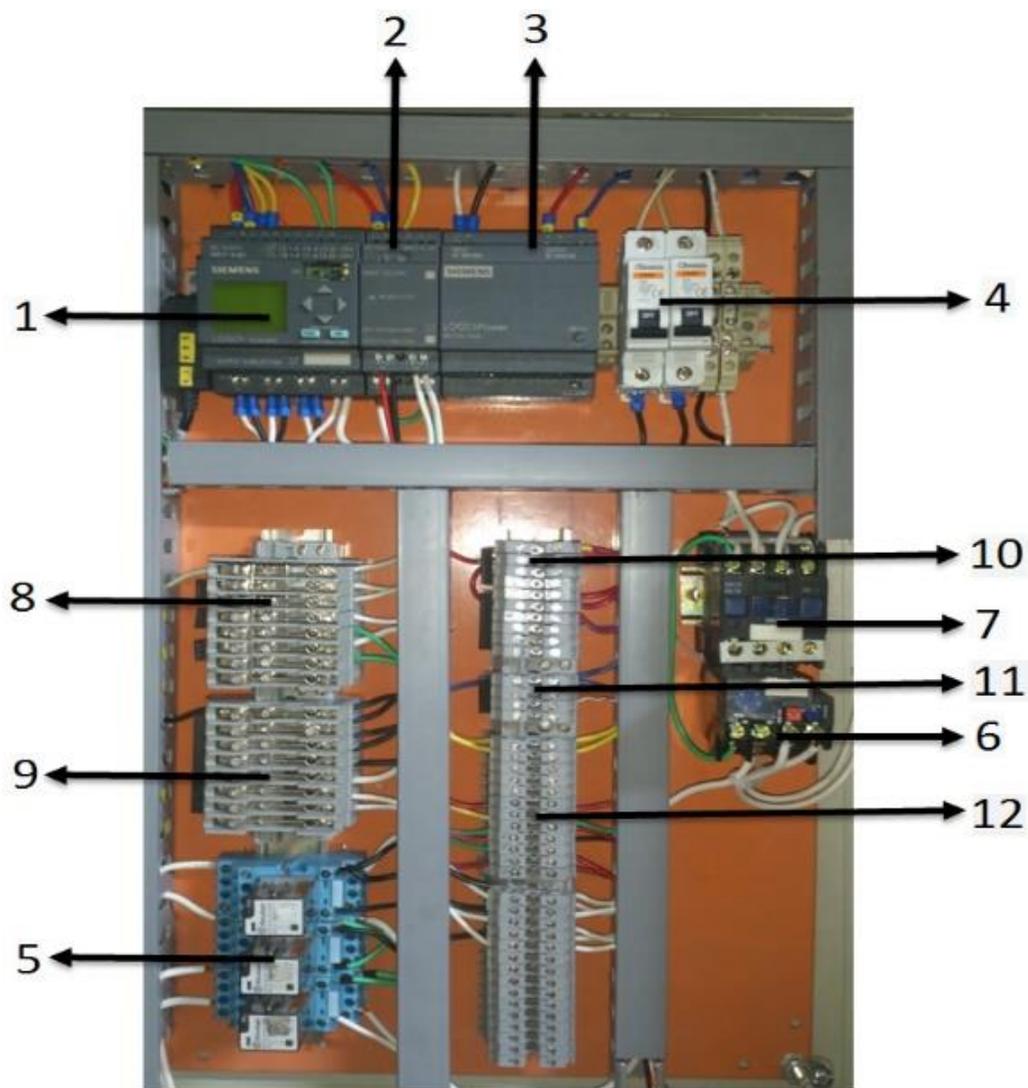


Figura 42 Gabinete de control parte interior

Dónde:

1. PLC LOGO! 12/24 RC
2. Módulo de expansión digital DM8 12/24 RC.
3. Fuente de poder LOGO! Power.
4. Breakers de encendido.
5. Relés electromagnéticos de 4 [A]
6. Relé térmico de 6 [A]

7. Borneras de conexión 110 [VAC] línea.
8. Borneras de conexión 110 [VAC] neutro.
9. Borneras de conexión 24 [VDC] positivo.
10. Borneras de conexión 24 [VDC] negativo.
11. Borneras de conexión entradas y salidas.

En la Figura 43 se muestra la parte externa del gabinete de control donde se encuentran instalados accesorios.

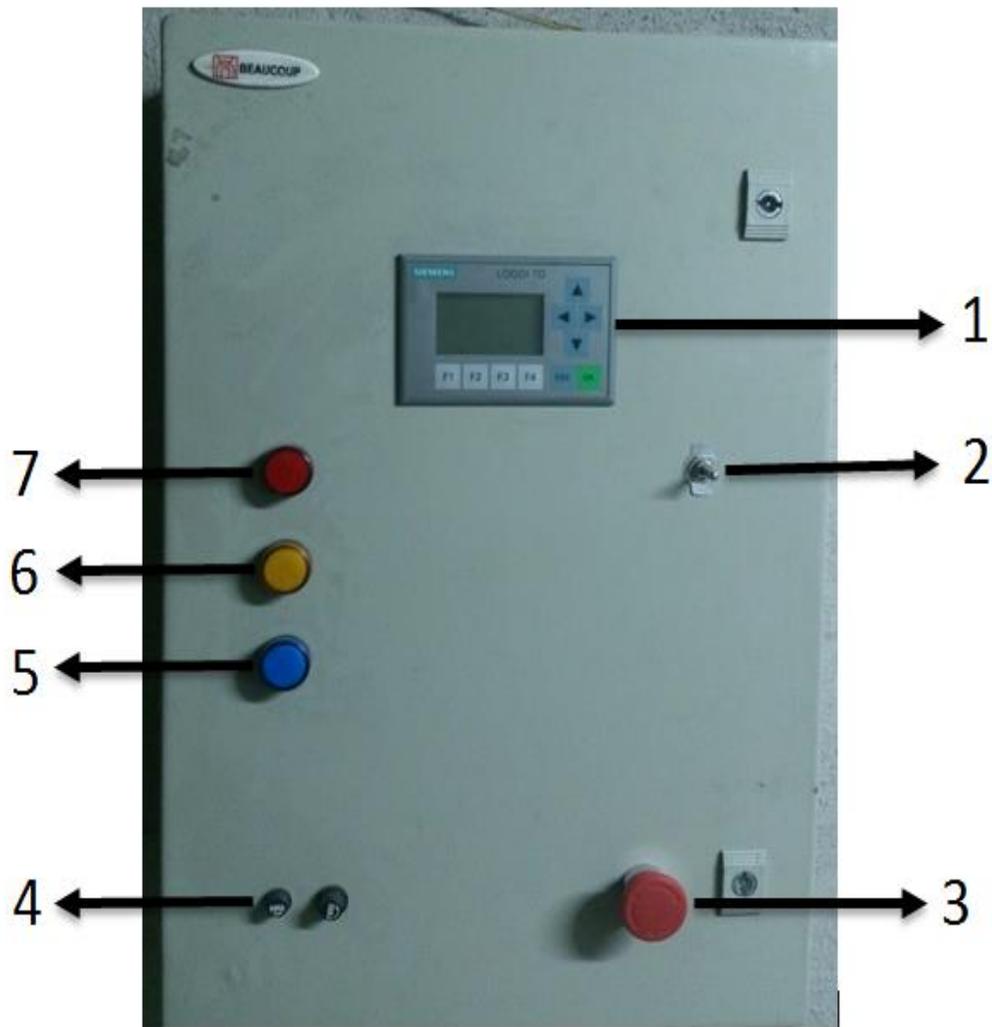


Figura 43 Gabinete de control parte externa

Dónde:

1. HMI TD LOGO!
2. Interruptor de tres estados para seleccionar el proceso.
3. Pulsador paro de emergencia.
4. Fusibles de protección.
5. Luz piloto color azul, advertencia ciclo en proceso.
6. Luz piloto color amarillo, advertencia inicialización del sistema.
7. Luz piloto color rojo, advierte advertencia de sistema apagado.

Pruebas

Las pruebas se realizan para verifica que el sistema está cumpliendo los ciclos correctamente, realizando un enrollado, doblado, la medición y el corte bajo normas técnicas de producción, para la comprobación y verificación de los diferentes ciclos es necesario realizar las siguientes pruebas:

- Pruebas del mecanismo de medición.
- Pruebas del número de rollos de 50 [m] doblado o y enrollados en 1[hora]

Pruebas del mecanismo de medición.

Para verificar que el sistema está realizando una correcta medición de tela bajo normas técnicas es necesario realizar estas pruebas ya que en este proceso se permite un margen de error del 5%, pero por normas técnicas propias de la microempresa se permite un margen de error del 10% en la medición. Tabla 17 se indican las mediciones y margen de error obtenidos de las pruebas realizadas para una medición de 10 [m].

Tabla 17. Resultados de pruebas de medición realizadas para 10 [m]

Prueba	Medición requerida [m]	Medición obtenida[m]	Error de medición[%]
1	10	10.1	0.2
2	10	10.2	0.4
3	10	10.1	0.2
4	10	10.2	0.4
5	10	10.15	0.3
6	10	10.1	0.2
7	10	10.2	0.4
8	10	10.15	0.3
9	10	10.2	0.4
10	10	10.2	0.4
ERROR PROMEDIO			0.32

En la Tabla 18 se indican las mediciones y margen de error obtenidos de las pruebas realizadas para una medición de 50 m.

Tabla 18. Resultados de pruebas de medición realizadas para 50 m.

Prueba	Medición requerida [m]	Medición obtenida[m]	Error de medición[%]
1	50	50.2	0.4
2	50	50.2	0.4
3	50	50.1	0.2
4	50	50.2	0.4
5	50	50,15	0.3
6	50	50.1	0.2
7	50	50.3	0.6
8	50	50.15	0.3
9	50	50.15	0.3
10	50	50.25	0.5
ERROR PROMEDIO			0.36

- De lo observado en las pruebas se pudo observar que el porcentaje promedio de error es igual 3.6 % es menor que el establecido en las normas de calidad para la medición de tela.
- Para mejorar la resolución en la medición longitudinal se debe calcular el punto de inicialización del encoder con mayor exactitud.
- El porcentaje de error puede aumentar en este tipo de proceso debido a las características de la tela por disposiciones técnicas propias de la micro empresa el error puede aumentar hasta un 10 % sin afectar el proceso económicamente ya que la tela tiene ciertas características que una vez en reposo tiende a encogerse un promedio de 0 a 50 cm.

En la Tabla 19 se indican las mediciones y margen de error obtenidos de las pruebas realizadas para una medición de 150 [m].

Tabla 19. Resultados de pruebas de medición realizadas para 50 [m]

Prueba	Medición requerida [m]	Medición obtenida[m]	Error de medición[%]
1	150	150.3	0.6
2	150	150.2	0.4
3	150	150.1	0.2
4	150	150.2	0.4
5	150	150,3	0.6
6	150	150.1	0.2
7	150	150.2	0.4
8	150	150.2	0.4
9	150	150.2	0.4
10	150	150.3	0.6
ERROR PROMEDIO			0.36

Pruebas del número de rollos de 50 [m] doblado y enrollado en 1[hora].

Esta prueba nos ayudará a verificar lo estipulado en el anteproyecto donde la máquina aumentará su eficiencia y minimizará el tiempo dedicado a ella por parte de los operarios.

Además esta prueba nos ayudará a realizar el análisis costo beneficio que este sistema aportará para la microempresa que lo está incorporando.

En la Tabla 20 se muestra el número de rollos de 50 [m] doblados y enrollados en 1 [hora].

Tabla 20. Resultados de pruebas de medición realizadas para rollos de 50 [m] en 1 [hora]

Número de pruebas	Medición requerida [m]	Medición obtenida[m]	Error de medición[%]
1	50	50.3	0.6
2	50	50.2	0.4
3	50	50.1	0.2
4	50	50.2	0.4
5	50	50,3	0.6
6	50	50.1	0.2
7	50	50.2	0.4
8	50	50.2	0.4
9	50	50.2	0.4
10	50	50.3	0.6
11	50	50.3	0.6
12	50	50.2	0.4
13	50	50.2	0.4
14	50	50.15	0.3
15	50	50.1	0.2
ERROR PROMEDIO			0.40

Se pudo observar que el sistema promedio 15 rollos en 1 hora con un error promedio de 0.4%, cabe acotar de lo observado en las diferentes pruebas este número es un valor promedio de

una medición constante y con un operario con experiencia ya que podrá aumentar o disminuir en un uno o dos rollos máximo la cantidad de acuerdo a la habilidad de los operarios y a las circunstancias en las que ellos operen la máquina.

Análisis de resultados

Con este sistema se proyectó aumentar el número el número de rollos en una hora, disminuir el tiempo que los operarios le dedican a este proceso minimizando gastos por mano de obra para lo cual nos basamos en las pruebas antes realizadas y el la descripción de costos que se realiza posterior a este análisis.

En la Tabla 21. Se muestra las características antes y después del sistema de automatización.

Tabla 21. Resultados de pruebas de medición realizadas para 50 m

Característica	Sin automatización	Automatizado
Mano de obra	1 operario	1 operario pero ya no específico para este proceso, sino que esta operación se la puede entregar a otro operario de alguna línea de producción aledaña ya que no es necesario estar pendiente de la máquina ni de la medición dentro del ciclo como se hacía antes, ahora el operario solo se encarga de sacar el rollo que termino el ciclo colocar la tela en las condiciones iniciales y accionar el nuevo ciclo, mientras transcurre ese ciclo puede realizar cualquier otra actividad de su línea de producción.
Tiempo de doblado y enrollado [min]	6	3.3
Cantidad de rollos en 1 aproximadamente [hora]	10	15
Tiempo de corte aproximado [min]	15	13
Calidad en el corte [%]	40	80
Modernización [%]	30	90

De lo analizado en la se puede observar que margen de mejoría con la contribución de este sistema cumpliendo lo estipulado en el alcance del proyecto.

Descripción de costos

En este proyecto se presenta los costos de fabricación del sistema de automatización de la dobladora de tejido plano artesanal de “textiles vinardi”, ya que presenta un ingreso por su funcionamiento en función del tiempo.

Costos del proyecto.

Teniendo en cuenta el desempeño de este proyecto, se logra alcanzar una reducción de costos en función a la disminución de costos de producción remplazando la mano de obra por maquinaria en el proceso de producción textil. Es por esta razón que la inversión que se realiza en este proyecto serán recuperados a largo plazo.

Los costos generaron se detallan a continuación:

Costos directos.

Son los cargos por concepto de material, de mano de obra y de gastos, correspondientes directamente a la fabricación de un artículo o de algún proceso de manufactura.

Los costos directos de fabricación se los ha separado según lo indican las tablas siguientes

Los costos de los elementos que intervienen en la fabricación del sistema de medición se indican en la Tabla 22.

Tabla 22. Elementos de la fabricación

SISTEMA DE MEDICIÓN			
UNIDADES	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Encoder	140,00	140,00
1	Acope de ruedas	20,00	20,00
1	Cuenta metros industrial	180,00	180,00
1	Adaptación para sujeción	10,00	10,00
15	Cable UTP	0,40	6,00
8	Pernos	0,40	3,20
TOTAL 1			359,20

Los costos de los elementos que intervienen en la fabricación del sistema de mecanismo de corte se indican en la Tabla 23.

Tabla 23. Costos directos de fabricación sistema mecanismo de corte

SISTEMA DE MECANISMO DE CORTE			
UNIDADES	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Cortadora de tela	250,00	250,00
1	Tubo de acero negro	30,00	30,00
4	Cadena N° 35	12,00	48,00
1	Riel de cadena	25,00	25,00

Tabla 23. Costos directos de fabricación sistema mecanismo de corte (Continuación).

1	Rodamiento base cadena	15	15
3	Soporte cadena	15	45
1	Motor DC	200	200
1	Acople motor piñón	30	30
1	Acople cortadora de tela	20	20
1	Base de cortadora	40	40
5	Rodamiento base de cortadora	12	60
2	Pernos base de cortadora	0,6	1,2
4	pernos cilindros eje	0,8	3,2
2	Acople microinterruptores	0,3	0,6
8	Pernos base motor	0,5	4
2	Pernos juste acople cortadora	0,3	0,6
2	Microinterruptores	9	18
TOTAL 2			810,6

Los costos de los elementos que intervienen en la fabricación del sistema de mecanismo de corte se indican en la Tabla 24.

Tabla 24. Costos directos de fabricación sistema de frenado

SISTEMA DE FRENADO			
UNIDADES	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Adaptación trípode	30,00	30,00
1	Banda de sujeción	20,00	20,00
1	Rodamiento de nailon	45,00	45,00
2	Pernos adaptación	0,80	1,60
TOTAL 3			96,60

Los costos de los elementos que intervienen en la fabricación de gabinete y accesorios de control se indican en la Tabla 25.

Tabla 25. Costos directos de fabricación de gabinete y accesorios de control

GABINETE Y ACCESORIOS DE CONTROL			
UNIDADES	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Logo 12/24 RC	140,00	140,00
1	Logo DM8	90,00	90,00
1	Fuente de poder	110,00	110,00
1	Cable USB logo	95,00	95,00
1	Gabinete de 60x45x25	60,00	60,00
3	Luces piloto	5,00	15,00
2	Porta fusibles	1,50	3,00
2	Break riel 1x63a	7,00	14,00
1	Pulsador hongo rele	6,50	6,50
60	Terminales tipo espiga	0,15	9,00
30	Terminales tipo punta	0,10	3,00

Tabla 25. Costos directos de fabricación de gabinete y accesorios de control (Continuación)

6	Borneras final de ajuste	1,1	6,6
1	Riel Din	7	7
1	Canaleta 40x20	5	5
1	Marcador libretin	12	12
1	Interruptor	2	2
20	Cable flexible N° 18	0,4	8
25	Cable flexible N° 16	0,55	13,75
1	Amarra plástica 10cm	4,8	4,8
3	Reles	15	45
2	Rele térmico y contactor de 6 a 8 emperios	27	54
15	Cable N° 14 motor reductor	0,7	10,5
1	Logo TD	130	130
4	Pernos gabinete	0,8	3,2
4	Taco Fisher 2 pulgadas	0,3	1,2
TOTAL 4			893,55

El total de los costos directos se indican en la Tabla 26.

Tabla 26. Total costos directos de fabricación

ETALLE	VALOR
TOTAL 1	359,20
TOTAL 2	810,60
TOTAL 3	96,60
TOTAL 4	893,55
TOTAL COSTOS DIRECTOS	2.159,95

3.1.1.1. Costos indirectos

Los costos indirectos de fabricación son aquellos que intervienen en el proceso de producción pero no se pueden contabilizar con facilidad por lo que este costo se lo carga de una forma general.

Los costos indirectos incurridos en este proyecto se indican en la tabla 27.

Tabla 27. Total costos indirectos de fabricación

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN				
UNIDA DES	DESCRIPC IÓN	VALO R UNITARIO	V ALOR TOTAL	
8	Internet (meses)	10,00	80, 00	
1	Materiales de oficina	30,00	30, 00	
1	Equipo de computación	155,00	15 5,00	
1	Gastos varios	25,00	25, 00	
TOTAL			29 0,00	

Costo total

Son la sumatoria de los costos directos e indirectos como se indican en la tabla 28.

Tabla 28. Costo total

DETALLE	V ALOR
TOTAL COSTOS DIRECTOS	2. 159,95
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	29 0,00
TOTAL DE COSTOS	2. 449,95

3.2. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Para determinar el análisis costo beneficio se debe tener una idea clara de lo que esto es, no es más que el proceso de colocar cifras en dólares en los diferentes costos y beneficios de una actividad o cambio dentro de una empresa.

Se debe utilizar un análisis costo-beneficio para comparar los costos y beneficios de las diferentes decisiones que se dan dentro de una empresa, y más si se producen cambios en áreas de producción, ya que esto implica un análisis de costos de producción y precios, incluyendo los beneficios.

Todo este análisis debe ser una guía para tomar la mejor decisión, teniendo en cuenta el beneficio, la satisfacción de los clientes.

A continuación se detalla un análisis de costos de producción de una molinera, en donde se muestra los costos y cantidad de producción sin la utilización de la máquina, y con la implementación de la misma.

Análisis de costo de producción sin maquina

Tabla 29. Materia prima

MATERIA PRIMA	METRO S	PRECIO METRO	TOTAL
Hilo urdido	4000	0,58	2.320,00
Hilo de tramo	4000	0,58	2.320,00
TOTAL			2.320,00

Se describe la cantidad de metros de hilo a utilizarse para a producción de 160 rollos de tela de 50 metros cada uno.

Para la producción de 160 rollos al mes se utilizará 4000 metros de hilo urdido y 4000 metros de hilo de tramo

Tabla 30. Mano de Obra 1

MANO DE OBRA	N° DE EMPEADOS	PAGO MENSUAL	TOTAL
FORMACION DE TEJIDO	2	130,00	260,00
PROCESO DE TEJIDO	2	130,00	260,00
DOBLADO Y ENROADO	2	130,00	260,00
TOTAL			780,00

En el cuadro se muestra cada una de las áreas productivas que tiene la empresa, número de empleado y el sueldo.

Tabla 31. Costos indirectos de fabricación 1

COSTOS INDIRECTOS FABRICACIÓN	METROS DE	PRECIO METROS	TOTA L
Proceso de fabricación general	8000	0,01	80
TOTAL			80

Estos costos, son aquellos que indirectamente forman parte del producto final.

Tabla 32. Costos de producción unitarios y porcentaje de utilidad 1

Costo Unitario de Producción MP,MO,CIF	1, 27
Utilidad 35 %	0, 67
Costo Unitario de Venta [CVu+uti]	1, 94
Cantidad de producción mes [metros]	80 00
Ingreso total de ventas [Q * PVu]	15 .520,00

Para obtener el costo unitario de producción se tendrá que dividir los costos totales, para el número de unidades producidas.

Como toda empresa se debe establecer un margen de utilidad, en este caso es del 35%, es decir por cada metro de producción se obtiene una utilidad de \$0.67.

Para obtener el precio de venta del producto se deberá sumar la utilidad al costo de producción, como se refleja en el cuadro.

Para este caso se podría analizar que si en un mes se venden 8000 metros de tela se obtiene una utilidad total de \$5360,00; con un stock de mercancía de 160 rollos de tela.

Tabla 33. Utilidad obtenida mes 1

Utilidad	Metros al mes	Utilidad total
0,67	8000	5.360,00

Análisis de costo de producción con implementación de maquina

Tabla 34. Materia prima2

MATERIA PRIMA	METROS	PRECIO METRO	TOTAL
Hilo urdido	4000	0,58	2.320,00
Hilo de tramo	4000	0,58	2.320,00
TOTAL			2.320,00

Se describe a cantidad de metros de hilo a utilizarse para a producción de 160 rollos de tela de 50 metros cada uno.

Para la producción de 160 rollos al mes se utilizara 4000 metros de hilo urdido y 4000 metros de hilo de tramo.

Tabla 35. Mano de Obra 2

MANO DE OBRA	N° DE EMPEADOS	PAGO MENSUAL	TOTAL
FORMACION DE TEJIDO	2	130,00	260,00
PROCESO DE TEJIDO	2	130,00	260,00
DOBLADO Y ENROADO	0	0,00	0,00
TOTAL			520,00

En la tabla 35 se muestra cada una de las áreas productivas que tiene la empresa, número de empleado y el sueldo, con la implementación de la maquina e proceso de doblado y enrollado ya no necesitan de personal debido a que todo este proceso será automatizado.

Tabla 36. Costos indirectos de fabricación 2

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	METR OS	PRECIO METROS	TOTAL
Proceso de fabricación general	8000	0,01	80
TOTAL			80

Estos costos, son aquellos que indirectamente forman parte del producto final.

Tabla 37. Costos de producción unitarios y porcentaje de utilidad 2

Costo Unitario de Producción MP,MO,CIF	1,24
Utilidad 36 %	0,70
Costo Unitario de Venta	1,94
Cantidad de producción mes [metros]	800
	0
Ingreso total de ventas [Q * PVu]	15.5
	20,00

Para obtener el costo unitario de producción se tendrá que dividir los costos totales, para el número de unidades producidas.

Como toda empresa se debe establecer un margen de utilidad, en este caso es del 36%, es decir por cada metro de producción se obtiene una utilidad de \$0.70.

Para obtener el precio de venta del producto se deberá sumar la utilidad al costo de producción, como se refleja en el cuadro.

Para este caso se podría analizar que si en un mes se venden 8000 metros de tela se obtiene una utilidad total de \$5600,00; con un stock de mercancía de 160 rollos de tela.

Tabla 38. Utilidad obtenida mes 2

Utilidad	Metros al mes	Utilidad total
0,70	8000	5.600,00

3.3. PERIODO DE LARECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

Con el periodo de recuperación determinamos, el tiempo que tardará la empresa en recuperar la inversión en la maquinaria.

Tabla 39. Análisis comparativo de utilidades

MARGEN DE UTILIDAD SIN MAQUINA	
MATERIA PRIMA	2.320,00
MANO DE OBRA	780,00
CIF	80,00
UNIDADES PRODUCIDAS	8.000,00
Cvu((MP+MO+CIF)/Q)	1,27
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION	10.160,00
UTILIDAD AL 35 %	0,67
Pvu (Cvu + util)	1,94
INGRESO DE VENTA (Pvu*Q)	15.520,00
UTILIDAD NETA (IV-CP)	5.360,00

Tabla 40. Margen de Utilidad Con Maquina

MARGEN DE UTILIDAD CON MAQUINA	
MATERIA PRIMA	2.320,00
MANO DE OBRA	520,00
CIF	80,00
UNIDADES PRODUCIDAS	8.000,00
Cvu((MP+MO+CIF)/Q)	1,24
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION	9.920,00
UTILIDAD AL 36 %	0,70
Pvu (Cvu + util)	1,94
INGRESO DE VENTA (Pvu*Q)	15.520,00
UTILIDAD NETA (IV-CP)	5.600,00

Luego de obtener las utilidades netas se restan, para obtener la utilidad adicional, generada por la implementación de la maquinaria:

Tabla 41. Utilidad adicional

UTILIDAD NETA	
	5.360,00
	5.600,00
UTILIDAD ADICIONAL	240,00

Se procede con el siguiente análisis:

En un mes se obtuvo un aumento de utilidad de \$ 240,00 mensuales ¿en cuánto tiempo se recupera la inversión de la maquinaria de \$ 2,449.95?

Tabla 42. Periodo de recuperación 1

240.00	1	Mes
2,449.95	?	
	10.21	Tiempo

Tabla 43. Periodo de recuperación 2

Tiempo de recuperación	Meses	Días
10.21	10	6

ANÁLISIS

Se determinó los costos, y los beneficios implementando la maquinaria, como se presenta en la Tabla 44:

Tabla 44. Costo - Beneficio

Costos	Valor	Beneficio	Valor
Inversión maquinaria	2,449.9	Aumento de utilidad	5360.
	5		00
Mantenimiento	20.00	Disminución de costos/mano de obra	240.0
			0
Total costos	2,469.9	Total beneficios	5600.
	5		00

Cálculo del costo beneficio

El análisis de costo-beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto.

Se debe colocar las cifras de los costos y beneficios totales en la forma de relación donde los beneficios son el numerador y los costos son el denominador.

$$\frac{\text{BENEFICIOS}}{\text{COSTOS}} = > 0$$

$$\frac{\text{BENEFICIOS}}{\text{COSTOS}} = < 0$$

Situaciones que se pueden presentar en la Relación Beneficio Costo:

Relación B/C >0

Índice que por cada dólar de costos se obtiene más de un dólar de beneficio. En consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto debe aceptarse.

Relación $B/C < 0$

Índice que por cada dólar de costos se obtiene menos de un dólar de beneficio. Entonces, si el índice es negativo, el proyecto debe rechazarse.

Comparando las relaciones beneficios a costos para las diferentes decisiones propuestas. La mejor solución, en términos financieros es aquella con la relación positiva beneficios a costos.

Los cálculos realizados presentan un beneficio de \$ 5,105.00 asumiendo un costo de 2,469.95 por lo que tenemos una relación positiva de beneficios a costos es de \$ 2,07 de retorno por cada dólar invertido, mediante la aplicación de la formula así:

$$\frac{\text{BENEFICIOS}}{\text{COSTOS}} = > 0$$

$$\frac{5,600.00}{2,469.95} = 2,27$$

Una vez aplicada la formula podemos demostrar que el beneficio es superior a los costos reflejando esto un resultado positivo mayor a cero es decir que por cada dólar de inversión vamos a recuperar 2.27, de esta manera se ha demostrado que si una empresa de telares, realiza la inversión en la maquinaria obtendría una disminución en sus costos de producción implementando la tecnología y optimizando recurso humano volviéndose más eficiente debido a que aumenta sus utilidades y disminuyendo sus costos.

3.4. Conclusiones

- Mediante la implementación de este sistema se optimiza en un 50% el enrollado, doblado y medición de tela.
- Conociendo los diferentes métodos de enrollado y medición de tela se tomó en cuenta la opción de automatización mediante un PLC LOGO 12/24 RC realimentado por un encoder incremental que permite obtener la medición con una precisión del 96,2%.
- Con las pruebas realizadas se determinó para este sistema el corte lineal, con una cortadora de tela con disco giratorio disminuyendo el tiempo de corte de 15 a 13 segundos y mejorando el corte del 40% a 80% de precisión, de buena calidad.
- El programador elegido y los medios elegidos para la interacción sistema usuario son confiables para buen manejo de la máquina permitiendo que el operador no esté esclavizado en el control de la máquina y pueda realizar actividades diferentes mientras el sistema automático trabaja.
- Se comprobó con la máquina a pleno funcionamiento que el sistema está dentro de las necesidades técnicas y de calidad cumpliendo un porcentaje de modernización de 30% a 90% propuesto con este proyecto.

3.5. Recomendaciones

- Para un buen manejo y operación del sistema se recomienda leer el manual de usuario y mantenimiento para que la máquina funcione de manera eficiente y sin poner en peligro bienes materiales, su integridad y la de los demás.

- Es necesario antes de inicializar el programa de control realizar la calibración del sensor encoder en el su punto de inicio para que la medición tenga una mejor resolución y sea más precisa.
- Se recomienda a las medianas y pequeñas industrias que implementen tecnología moderna ya que esto permite innovar sus procesos tradicionales, optimizando procesos, mejorando su eficiencia.

4. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] «INSTITUTO DE PROMOCIÓN DE EXPORTACIONES E INVERSIONES ProEcuador,» 2014.
- [2] D. F. Guillén Vilañez, Diseño, construcción y funcionamiento de una dobladora de tejido tipo artesanal para Textiles VINARDI., Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2013.
- [3] AITE, «Asociación de Industrias Textiles del Ecuador,» 2014. [En línea]. Available: http://www.aite.com.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=2. [Último acceso: 18 02 2014].
- [4] M. D. P. Rivera Vega, «Slideshare,» 6 Julio 2012. [En línea]. Available: <http://www.slideshare.net/mariadprivera/introduccion-a-los-procesos-textiles>.
- [5] J. E. Osorio Valencia, Gestión Financiera Empresarial Contexto y Casos Colombianos, Bogota: Pontificia Universidad Javeriana, 2006.
- [6] ProEcuador, «Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.proecuador.gob.ec/exportadores/sectores/cuero-y-textiles/>.
- [7] S. Kalpakjian y S. Schmid, Manufactura, ingeniería y tecnología, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2002.
- [8] J. P.-A. Sotomayor, *Diseño, Automatización y Simulación de una línea para fabricación de pinturas*, Quito, 2015.

- [9] Catalogo SKF, «Rodamientos,» *Catalogo SKF*, 2012.
- [10] B. Hamrock, B. Jacobson y S. Schmid, Elementos de Máquinas, México: The McGraw- Hill Companies, 2000.
- [11] DIPAC, «Catálogo de Productos de Acero,» *Catálogo DIPAC*, 2011.
- [12] F. L. Singer, Resistencia de materiales, Cuarta edición , 2010.
- [13] I. Bohman, «Catálogo piñones ANSI (ASA) NK 60,» de *Catálogo de Iván Bohman*, 2010.
- [14] V. A. Cruz Vásquez , Diseño de una transmisión de potencia entre bomba y motor para bombeo de lodo, Piura: Universidad de Piura, 2009.
- [15] Automaq Corporation S.A, «<http://automaqperu.com>,» AUTOMAQ, 2013. [En línea]. Available: http://automaqperu.com/ver_producto.php?ip=998&ipp=734. [Último acceso: 11 07 2017].
- [16] H. Ulloa Lopez y T. Rodriguez Gonzales, Analisis y estudio de los sensores aplicados a la mecatrónica para prácticas en el laboratorio de electrónica, control y automatismo utilizando el módulo de entrenamiento NI-QNET-015, Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2012.

- [17] I. 366, «<http://www.elecrissrl.com.ar>,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.elecrissrl.com.ar/pdf/Elecris-SRL-Catalogo-Gabinetes-Para-Tableros-Electricos.pdf>. [Último acceso: 15 03 2017].
- [18] hynux, «<http://eng.hynux.com/>,» 2011. [En línea]. Available: http://eng.hynux.com/sub01_01_01_view.php?lcode=&mcode=&pcode=1305100089. [Último acceso: 10 04 2017].
- [19] SIEMENS, LOGO! Manula de Usuario V 6.0, Sexta ed., Alemania: Siemens, 2009.
- [20] L. G. Rosero Rosero, Sistema de control de peso para llenado de sacos de harina de 50 Kg, Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2013.
- [21] L. Pabesi, «PALLADIO,» 2011. [En línea]. Available: [file:///C:/Users/Alberto%20Yandun/Downloads/2do+Apunte+N%C2%B0+2.+Tejido+plano%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Alberto%20Yandun/Downloads/2do+Apunte+N%C2%B0+2.+Tejido+plano%20(2).pdf).
- [22] L. L. Gualpa Herrera, Incremento de la productividad en el área de tejeduría de la fábrica “TEXPAC“, Quito: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL, 2006.
- [23] F. E. Lockuán Lavado, La industria textil y su control de calidad, Creative Commons, 2012.

- [24] A. R. Vilatuña Pilataxi, Análisis y cálculos de telas de tejido plano que servirán de base para la implementación de un software textil, Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2007.
- [25] D. Giraldo y I. Tabares, Teoría de control, Tercera ed., México: Hispanoamerica, Prentice-Hall, 1997.
- [26] A. P. Fuentes López, Diseño y construcción de un biodigestor con sistema automático para generación de biogás en la finca Tanguarín de la parroquia San Antonio de Ibarra, Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2012.
- [27] K. Ogata, Ingeniería de control moderna, Tercera ed., México: Pearson, 1998.
- [28] ProfesorMolina, «Introducción a PLCs,» 2012. [En línea]. Available: www.profesormolina.com.ar/tecnologia/plc/introd.htm. [Último acceso: 2 Agosto 2012].
- [29] J. Domingo Peña, J. Gámiz Caro, A. Grau Saldes y H. Martínez García, Introducción a los autómatas programables (Primera ed.), Aragón: UOC, 2003.
- [30] F. Mateos, «Universidad de Oviedo Area de Ingeniería de Sistemas y Automática,» 11 2011. [En línea]. Available: <http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/plc.pdf>.

- [31] R. Antonio Zamora, R. Galicia Balón y L. León Espíndola, Acondicionamiento de un brazo manipulador monitoreado por medio de una interfaz gráfica realizada con "Intouch the Wonderware", México D.F.: Instituto Politécnico Nacional, 2009.
- [32] C. Obando, Sistema de ordeño automatizado con registro inalámbrico de la producción lechera, Ibarra: Universidad Técnica del Norte, Proyecto de titulación, 2011.
- [33] A. Bueno, Neumática e hidráulica, Santiago: LTD, 2011.

ANEXOS

ANEXO 1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PLC 12/24 RC

Tabla 45. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PLC 12/24 RC

Características	Valor
Tensión de alimentación	12/24 V DC
Rango admisible	10,8 a 28,8 V DC
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Consumo de corriente:	
• 12 V DC	• 60 a 175 mA
• 24 V DC	• 40 a 100 mA
Reloj en tiempo real	Sí
Precisión del reloj en tiempo real	Típ. ± 2 s / día
Temperatura ambiente	0 a 55 C
Entradas digitales	8
Entradas analógicas	4
Salidas digitales	4
Tipo de salida	Relé
Aislamiento galvánico	Si
Corriente permanente	Máx. 10A por relé
Corriente de cierre	Máx. 30 A

ANEXO 2. ESTRUCTURA DE LOGO! 12/24 RC

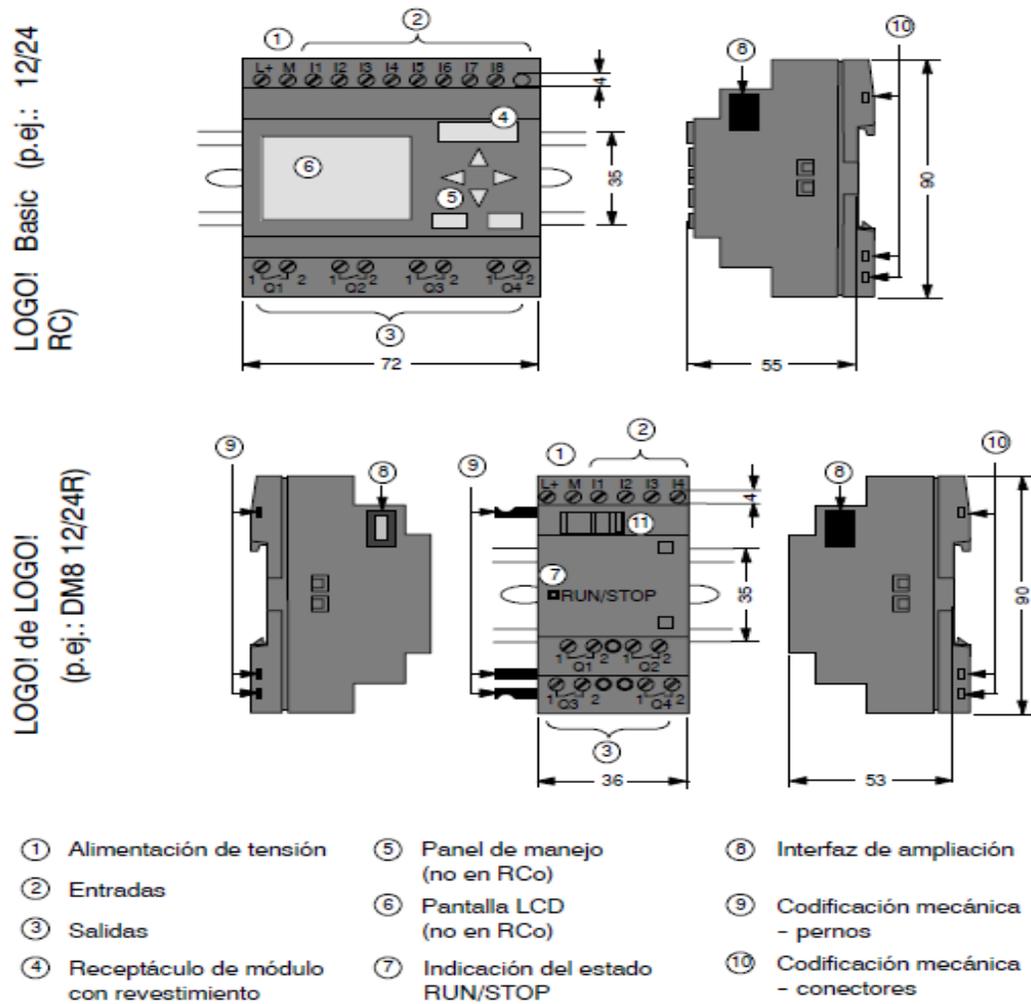


Figura 44. ESTRUCTURA DE LOGO! 12/24 RC

ANEXO 3. FUENTE DE PODER LOGO! POWER 24 VDC

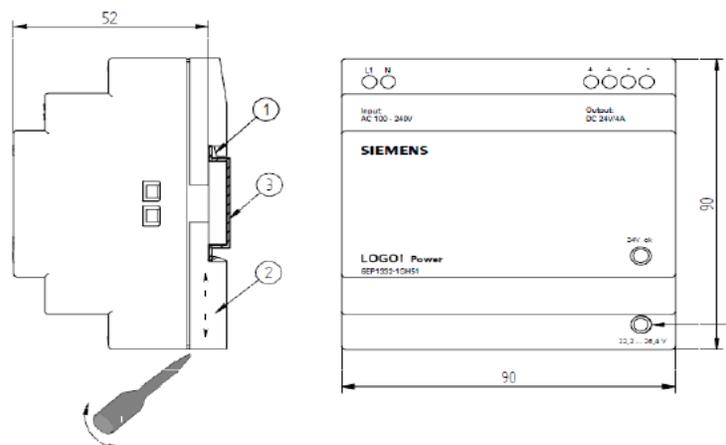


Figura 45. FUENTE DE PODER LOGO! POWER 24 VDC

Tabla 46. Características LOGO! Power 24 V/2.5 A

Características	LOGO! Power 24 V / 2,5 A
Tensión de Entrada	100 a 240 V AC
Rango Admisible	85 a 264 V AC
Frecuencia de Red Admisible	47 a 63 Hz
Compensación de Fallos de Tensión	40 ms (a 187 V AC)
Intensidad de Entrada	1,22 a 0,66 A
Protección del Dispositivo	Interna
Tensión de Salida	24 V DC
Intensidad de Salida	2,5 A
Eficiencia	> 87%

Tabla 46. Características LOGO! Power 24 V/2.5 A(Continuación)

Conectable en paralelo para	Sí
aumentar la potencia	
Rango de Temperatura Ambiente	-22° a 55° C
Montaje	Soporte de 35 mm
Peso Aprox.	0,3 Kg
Dimensiones (ancho x alto x prof)	72 x 90 x 55 mm

ANEXO 4. PROGRAMA LOGO

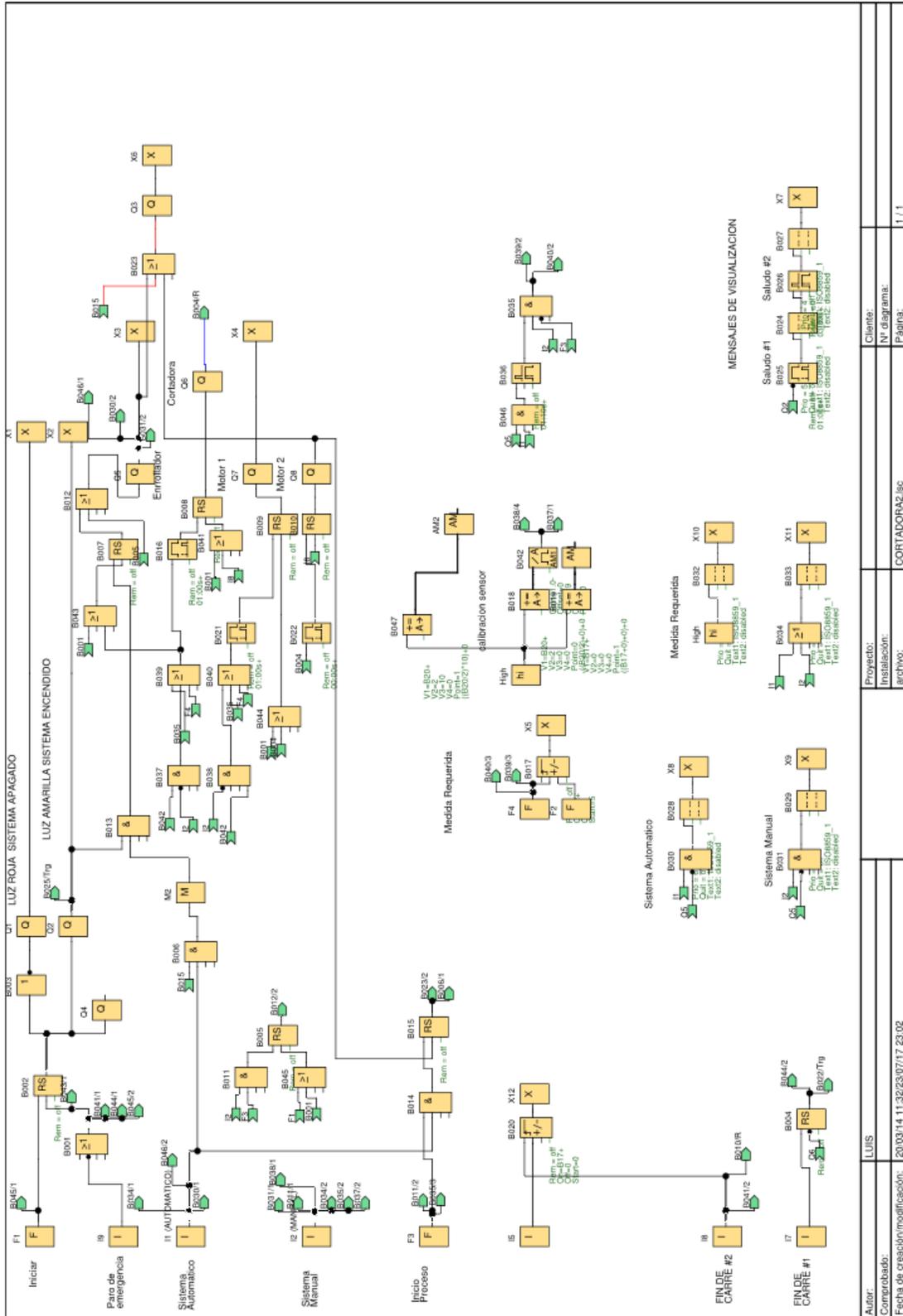


Figura 46. PROGRAMA LOGO

Autor:	LUIS	Proyecto:	CORTADORAZ
Comprobado:		Instalación:	
Fecha de creacion/modificacion:	20/03/14 11:32:23/07/17 23:02	archivo:	CORTADORAZ.lsc
		Cliente:	
		Nº diagrama:	1 / 1
		Página:	1 / 1

ANEXO 5. MANUAL DE USUARIO

Manual de usuario

Manual de usuario sistema de enrollado y cortado de tela TEXTILES VINARDI

Introducción.

Realizar el manual de usuario es de gran importancia para que la persona encargada de manipular el sistema le dé un correcto uso y tenga un óptimo funcionamiento.

Ayuda al operario a tener pleno conocimiento de cada ciclo del sistema con lo cual el sistema tendrá un buen funcionamiento sin poner en riesgo su integridad y la de los encargados de la operación ni tampoco afectar los diferentes intereses de la microempresa.

Descripción del gabinete de control.

Es importante conocer el esquema del gabinete, ya que en su interior se encuentran los elementos como entradas y salidas de señales de los diferentes elementos que conforman este sistema y en su exterior se encuentran elementos de mando que interactúan con el operario.

Las medidas de este gabinete de control son 60*450*25 [cm].

En la siguiente figura se muestra la sección interna del gabinete de control, enumerando sus elementos.

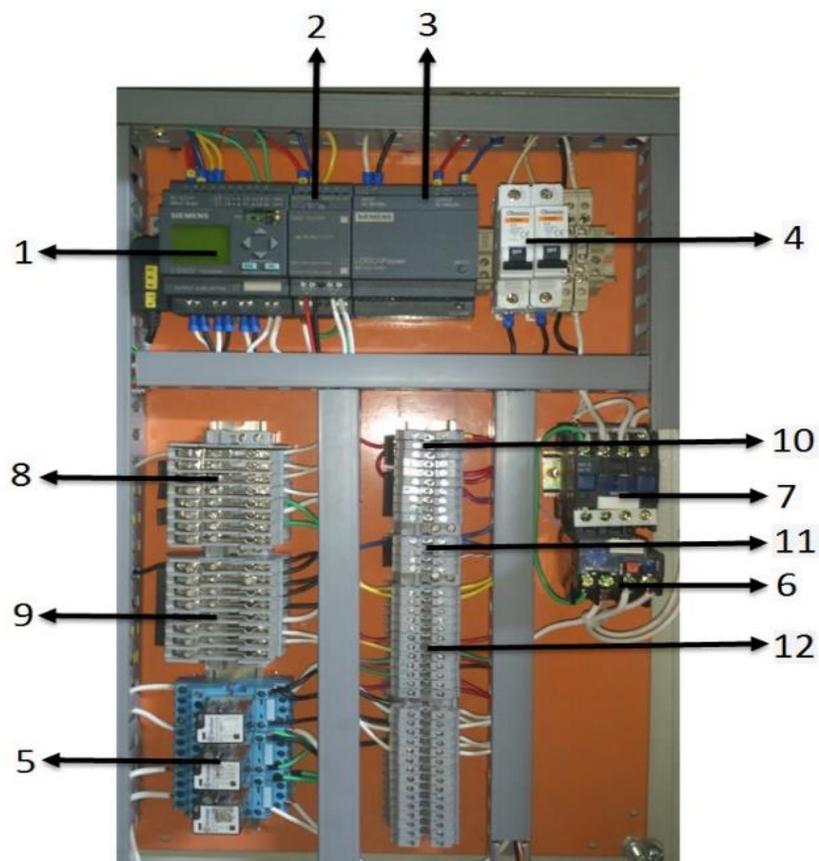


Figura 47 Gabinete de control parte interior

Dónde:

1. PLC LOGO! 12/24 RC.
2. Módulo de expansión digital DM8 12/24 RC.
3. Fuente de poder LOGO! Power.
4. Breakers de encendido.
5. Relés electromagnéticos de 4 [A].
6. Relé térmico de 6 [A].
7. Contactor 110 [VAC].
8. Borneras de conexión 110 [VAC] línea.
9. Borneras de conexión 110 [VAC] neutro.

10. Borneras de conexión 24 [VDC] positivo.

11. Borneras de conexión 24 [VDC] negativo.

12. Borneras de conexión entradas y salidas.

En la Figura Se muestra la parte externa del gabinete de control donde se encuentran instalados diferentes accesorios.

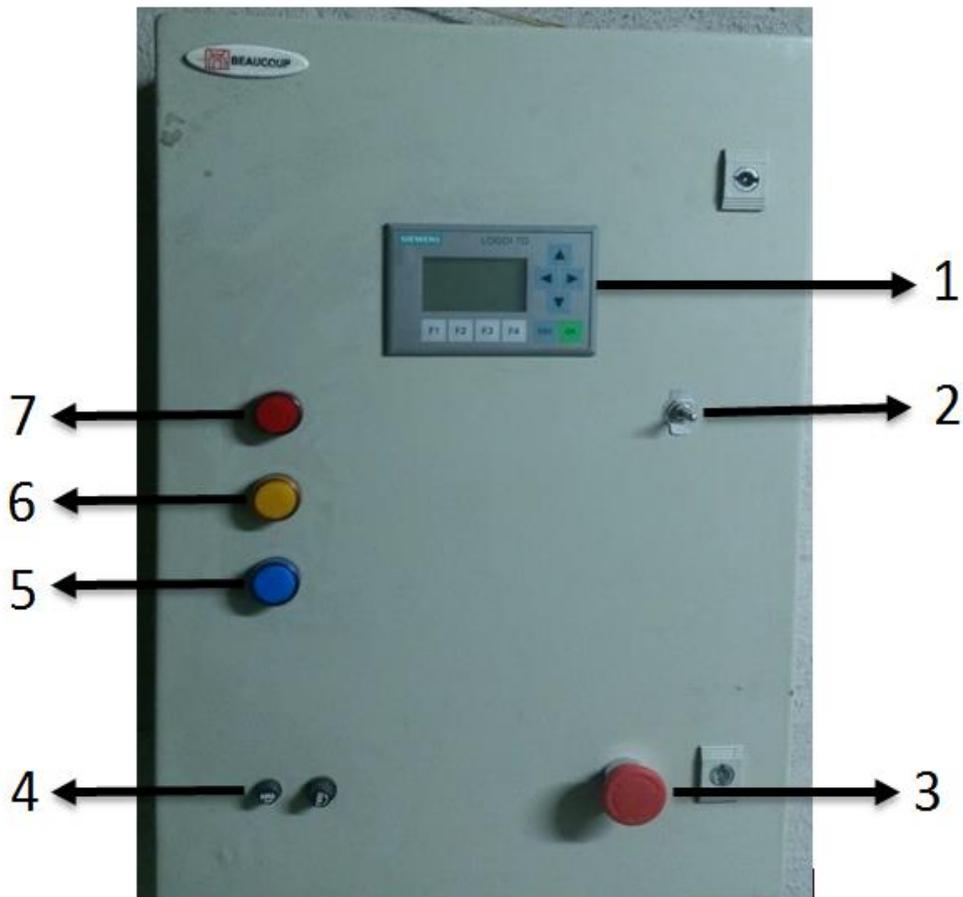


Figura 48 Gabinete de control parte externa

Dónde:

1. HMI TD LOGO!
2. Interruptor de tres estados para seleccionar el proceso.

3. Pulsador paro de emergencia.
4. Fusibles de protección.
5. Luz piloto color azul, advertencia ciclo en proceso.
6. Luz piloto color amarillo, advertencia inicialización del sistema.
7. Luz piloto color rojo, advierte advertencia de sistema apagado.

Descripción del proceso.

El operador encargado del funcionamiento de este proceso debe tener aptitudes con conocimiento de la línea de producción y de los ciclos de los que consta este proceso, ya que el sistema en su no es complejo pero se tiene que seguir cierto número pasos los cuales el operador tiene que memorizar para optimizar el funcionamiento de la máquina.

Encendido del sistema.

Se conecta los cables de fase (F), neutro (N) de alimentación a los breakers, siempre revisando que estén polarizados correctamente.

Se debe realizar una prueba de continuidad en todos los puntos para verificar que todo el sistema este correctamente cableado y que no se haya afectado en alguna maniobra.

Una vez verificados los cables de alimentación [VAC], se debe activar los breakes que encienden los siguientes elementos:

1. Led de encendido fuente de 24 [VDC].
2. Led de encendido módulo de expansión digital DM8.
3. Luz piloto color roja.
4. Pantalla del LOGO! 12/24 RC.
5. LOGO! HMI TD.

Una vez verificados los puntos anteriores se realiza la verificación de voltajes y la inicialización del programa cargado.

Para la inicialización del programa cargado debemos buscar con las teclas cursores en la pantalla del LOGO! La opción RUN, la seleccionamos y se oprime la tecla OK, con lo cual el programa se ejecutará.

Inicio del proceso.

Antes iniciar el proceso se debe:

- Verificar que el encoder se encuentre ajustado en el punto de inicialización, que está marcado en este dispositivo.

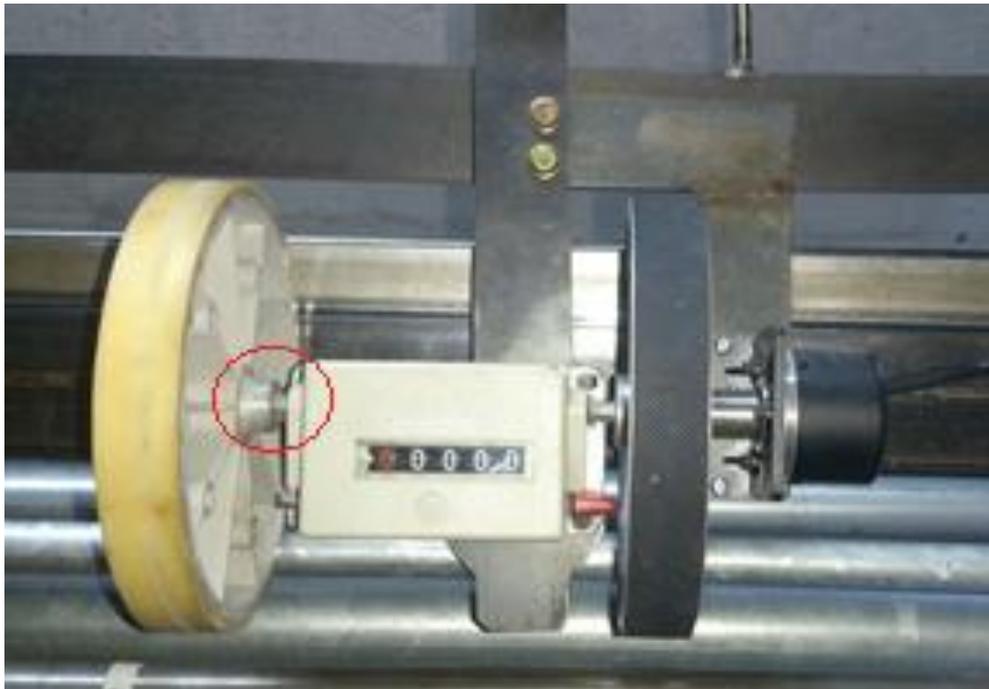


Figura 49. Verificación que el encoder.

- Verificar que el pulsador de paro de emergencia se encuentre desactivado.
- Verificar que a base de la cortadora no esté en contacto con el sensor fin de carrera.

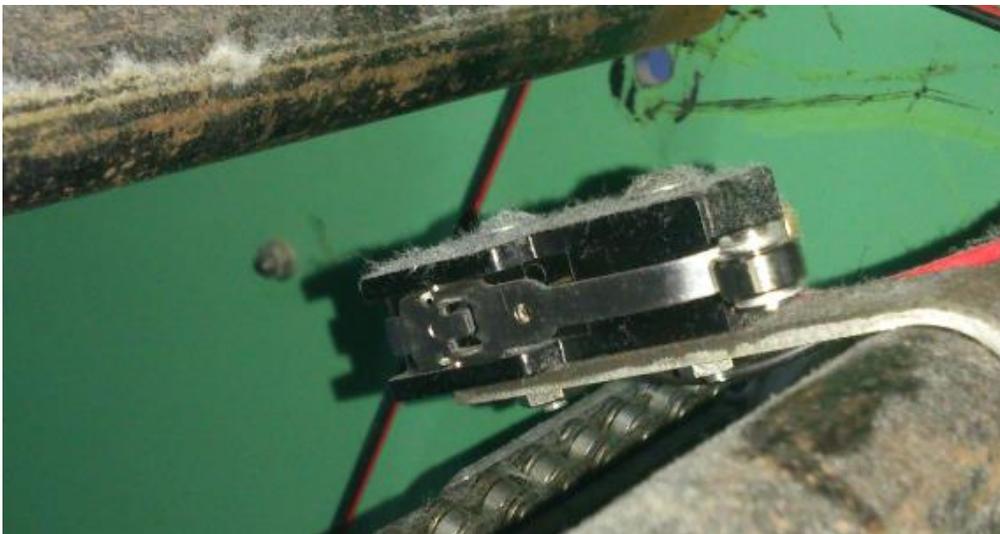


Figura 50. Verificación base de la cortadora no esté en contacto con el sensor.

- Verificar el sector de automático-manual se encuentre en posición neutro.

Inicializar sistema

Para dar inicio al sistema pulsamos a tecla F1 de Logo TD

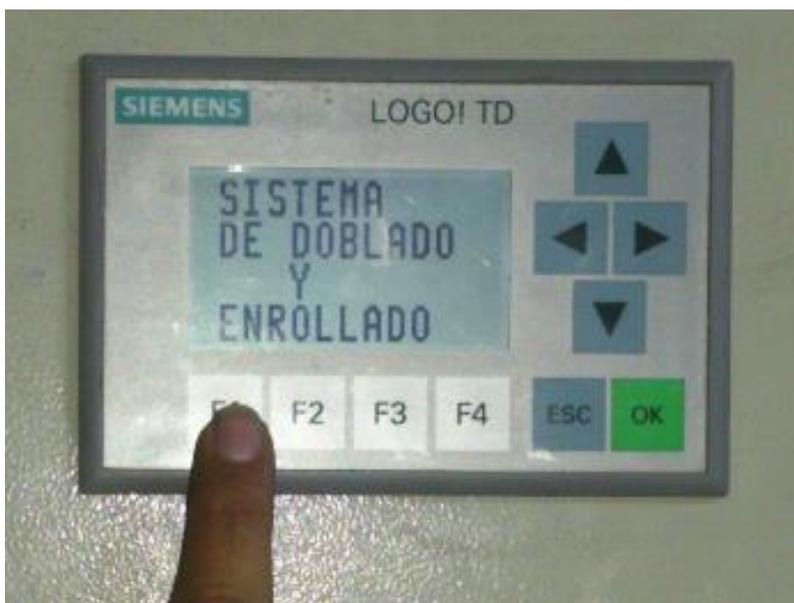


Figura 51. Inicializar Sistema

Se visualizará el cambio de las luces piloto la luz roja se apagará y se activa a luz amarilla que indica que el sistema está encendido y listo para su proceso

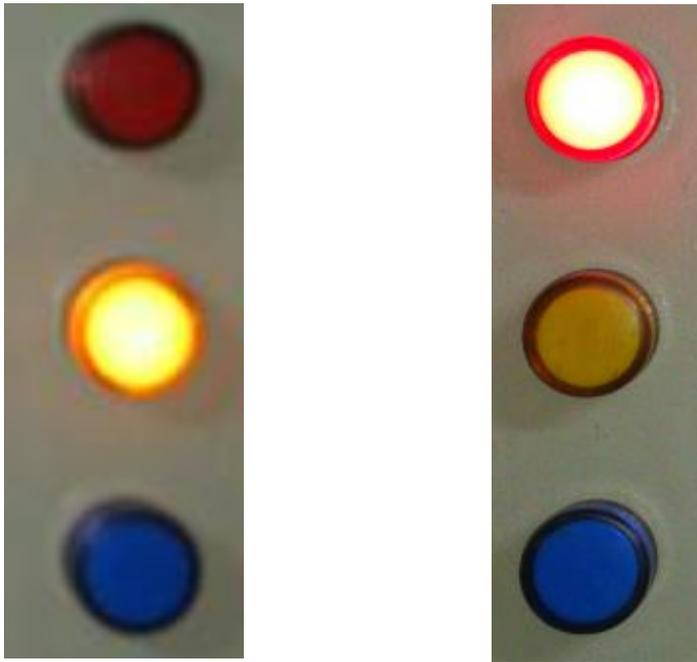


Figura 52. cambio de las luces piloto

Modificación de los metros requeridos.

Para modificar la tela requerida, se debe pulsar la tecla F4 para incrementar el conteo, y para disminuirlo se debe hacer un juego de presión de teclas, se debe presionar en forma

permanente las teclas  + tecla  y a tecla F4 en forma de pulsos de igual manera que se lo realiza con el paso anterior.

El sistema siempre empezará por defecto en 40 metros.

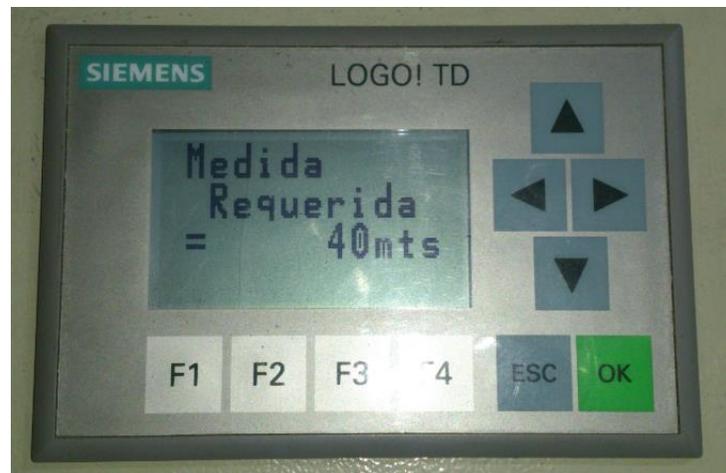


Figura 53. Inicialización del Sistema por defecto en 40 metros.

Selección sistema.

1. El siguiente paso será de seleccionar el sistema de medición si se lo realizará en forma automática manual, para eso se dispone de un seleccionador ubicado en la parte izquierda central de gabinete de centro.

Si se selecciona a medición manual no se toma en cuenta el punto anterior



Figura 54. Selección Manual del Sistema

Inicio y fin de proceso.

Para dar inicio a sistema de enrollado se debe tomar en cuenta el sistema de medición de punta anterior:

Si se lo realiza en forma manual solo se debe tener presionado a tecla F4 de LOGO TD, hasta los metros deseados.

La forma manual solo se pulsa a tecla F4 e inmediatamente el sistema empieza a contar hasta a distancia requerida por el usuario.



Figura 55. Pulsación tecla F4

Además se puede observar la luz piloto azul cuando el sistema se encuentra midiendo y se observa en a TD LOGO os metros enrollándose



Figura 56 luz piloto azul

A momento de llegar a los metros requeridos tener cuidado con la activación de deslizadora lineal, ya que tiene la cortadora de tela podría ocasionar algún accidente.

Para realizar otra medición de tea hay q tener en cuenta que e encoder puede moverse

dando vaores a programa de sistema para esto se introduce un juego de tecas q antes

de cada inicio de un proceso se resetea el conteo de los metros medidos para esto se

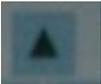
presiona as tecas  + 



Figura 57. Reinicio del Conteo

ANEXO 6. MANUAL DE MANTENIMIENTO

Manual de mantenimiento

Para el correcto funcionamiento, eficiencia del sistema se debe realizar un mantenimiento planificado de los componentes que lo conforman

En la Tabla 47 se muestra el programa de mantenimiento general.

Tabla 47. Plan de mantenimiento

Descripción	Mant. Semanal	Mant. Mensual	Mant. Trimestral	Mant. Semestral	Mant. Anual
Motores				X	
Cortadora de tela			X		
Cadena	X				
Rodamientos				X	
Reajuste pernos		X			
Cables					X
Gabinete de control					X

Mantenimiento motores.

Es de gran importancia ya que los motores son indispensables en la generación de fuerza para las transmisiones piñón-cadena que tenemos en el sistema.

En la Tabla 48 se muestra el programa de mantenimiento programado para los motores.

Tabla 48. Plan de mantenimiento

Descripción del mantenimiento	Mant. Semestral	Otro
Examen rodamientos	O cada vez que se realice el reengrase	
Inspección de cojinetes sometidos a fricción	Revisión de holgura y juego, puede realizarse cada 10 meses en caso de bajas horas de operación	
Vibraciones	O cuando se detecte alguna anomalía con el motor en marcha.	
Fijación del motor y alineación	O cuando se realice alguna operación de mantenimiento con el motor apagado	
Medición de corriente consumida.	O cuando se realice otra operación de mantenimiento con el motor encendido	
Tensión de la red y carga	O cuando se realice otra operación de mantenimiento con el motor encendido	
Protecciones	Anual si ha tenido bajas horas de operación.	
Conexiones	O cuando se realice alguna operación de mantenimiento con el motor apagado	
Revisión del motor		Solo cuando por algún desperfecto o motivo deba abrirse el motor
Revisión de elementos internos del motor: rotor, estator, medición resistencia de los bobinados, etc.		Solo cuando por algún desperfecto o motivo deba abrirse el motor
Limpieza		Mensual debido al polvo y pelusa abundante.

Mantenimiento cortadora de tela.

Es importante mantener en buen estado la cortadora y en especial el disco de corte ya que de eso dependerá la calidad del corte.

En la Tabla 49 se muestra el programa de mantenimiento programado para los motores.

Tabla 49. Plan de mantenimiento

Descripción	Mant. Trimestral	Otro
Vierta el aceite de lubricación en el tornillo sin fin y grasa # 30 en la máquina de lubricación de la cuchilla	O cuando se detecte algún defecto por falta de lubricación	
Compruebe la longitud de la escobilla de maquinaria eléctrica (debe cambiar el carbón de 4 mm)	O cuando exista operación de mantenimiento por falla interna	
Revisión interna de elementos: rotor, estator, medición resistencia de los bobinados, etc.		Solo cuando exista operación de mantenimiento por falla interna
Limpiar el polvo y pelusas		Realizar semanalmente debido al lugar con alto nivel de polvo y pelusa.

Mantenimiento cadena.

Es importante mantener la cadena con buen mantenimiento y revisión evitara la reducción del tiempo de vida de la misma.

En la Tabla 50 se muestra el programa de mantenimiento programado para los motores.

Tabla 50. Plan de mantenimiento

Descripción	Mant. Semanal	Otro
Lubricación manual, periódica generalmente se realiza con brocha o aceiteras	Periódicas si existe operaciones largas de trabajo	
Controlar el tensado de la cadena para evitar saltos en los dientes del piñón, ruidos o vibraciones	O si existe alguna operación de mantenimiento referente a la cadena o cambio de la misma.	
Limpieza de la cadena	O más periódica si existe acumulación de polvo y pelusas en gran cantidad.	

Mantenimiento de rodamientos.

Es importante para que el sistema no realice mayores esfuerzos debido a rodamientos en mal estado.

En la Tabla 51 se muestra el programa de mantenimiento programado para los motores.

Tabla 51. Plan de mantenimiento

Descripción	Mant. Semestral	Otro
Lubricación manual	O en caso de operación de mantenimiento por daño o cambio del mismo	
Monitorización básica del estado, alineación o cambio en caso de observar desgaste	O anual si no existe operaciones largas de trabajo	

Mantenimiento de cables.

Revisar el cableado disminuye riesgos de cortocircuitos o fallas del proceso por pérdida de alimentación o datos de los dispositivos.

En la Tabla 52 se muestra el programa de mantenimiento programado para el cableado.

Tabla 52. Plan de mantenimiento

Descripción	Mant. Semestral	Otro
Inspección visual de las líneas de cableado	O en caso de operaciones de mantenimiento por falla en el sistema de control	
Revisión de continuidad punto a punto de las señales y alimentación en el gabinete de control	O en caso de operaciones de mantenimiento por falla en el sistema de control	

Mantenimiento en el gabinete de control.

Es de vital importancia realizar el mantenimiento de acuerdo a las hojas de vidas de los fabricantes como se indica en la Tabla 53.

Tabla 53. Plan de mantenimiento

ITEM	Descripción	Tiempo de uso recomendado [años]	Garantía por el fabricante [años]
1	PLC LOGO! 12/24 RC	5	1
2	Módulo de expansión digital DM8	5	1
3	Fuente de poder LOGO	5	1
4	Breakers	2	1
5	Relés	2	1
6	Contactador	2	1

Fuente: Rosero Rosero, (2012)

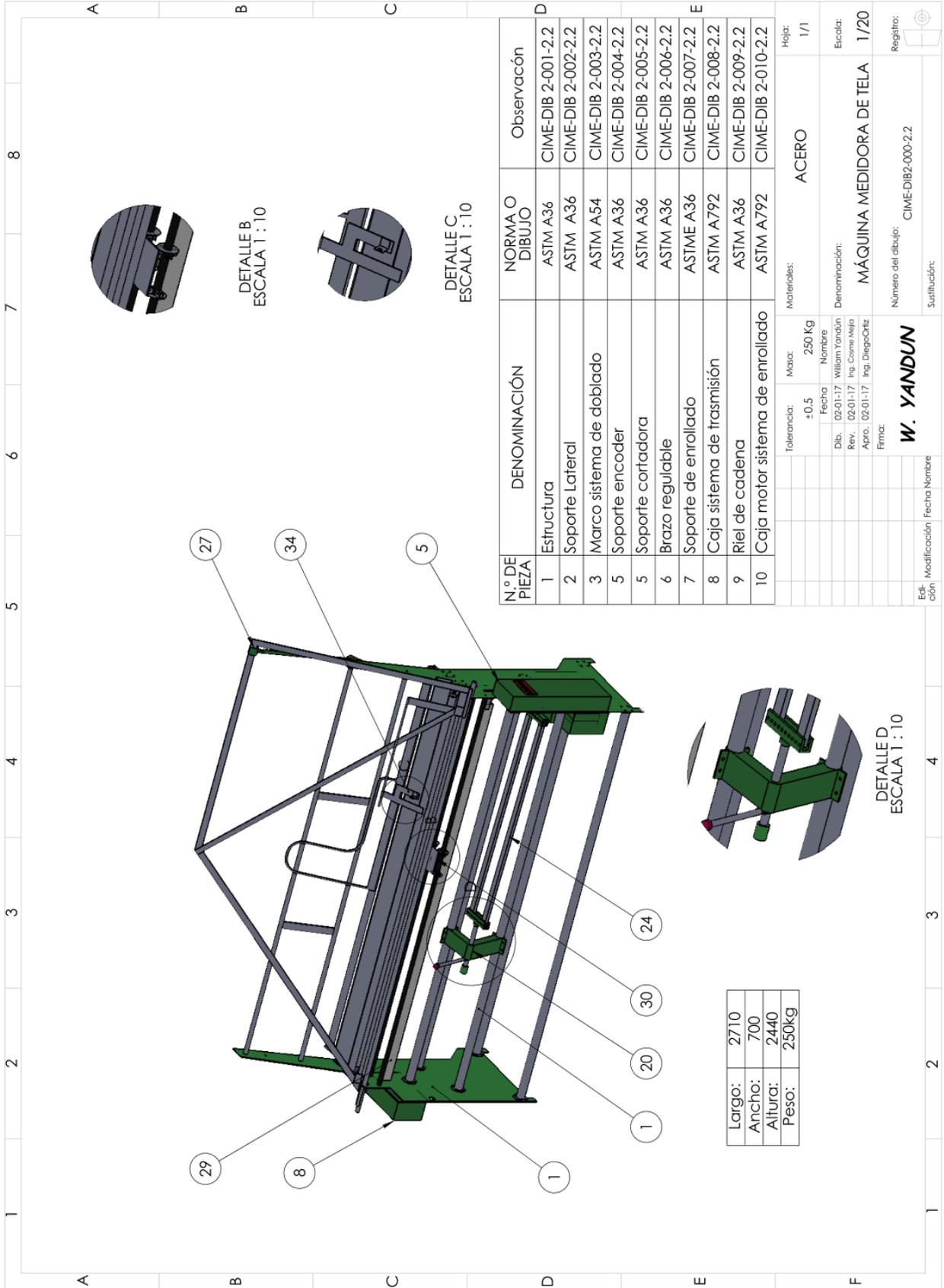
En la 54 se muestra una lista de actividades y tiempo sugeridos para la ejecución del mantenimiento preventivo en el tablero de control.

Tabla 54. Plan de mantenimiento

Descripción	Periodo de tiempo
Revisión del voltaje de fuentes en la entrada y salida	PLC LOGO! 12/24 RC
Revisión de fusibles	Módulo de expansión digital DM8
Pruebas de redundancia	Fuente de poder LOGO
Revisión de luces indicadoras	Breakers

Fuente: [17]

ANEXO 7. PLANOS MECÁNICOS

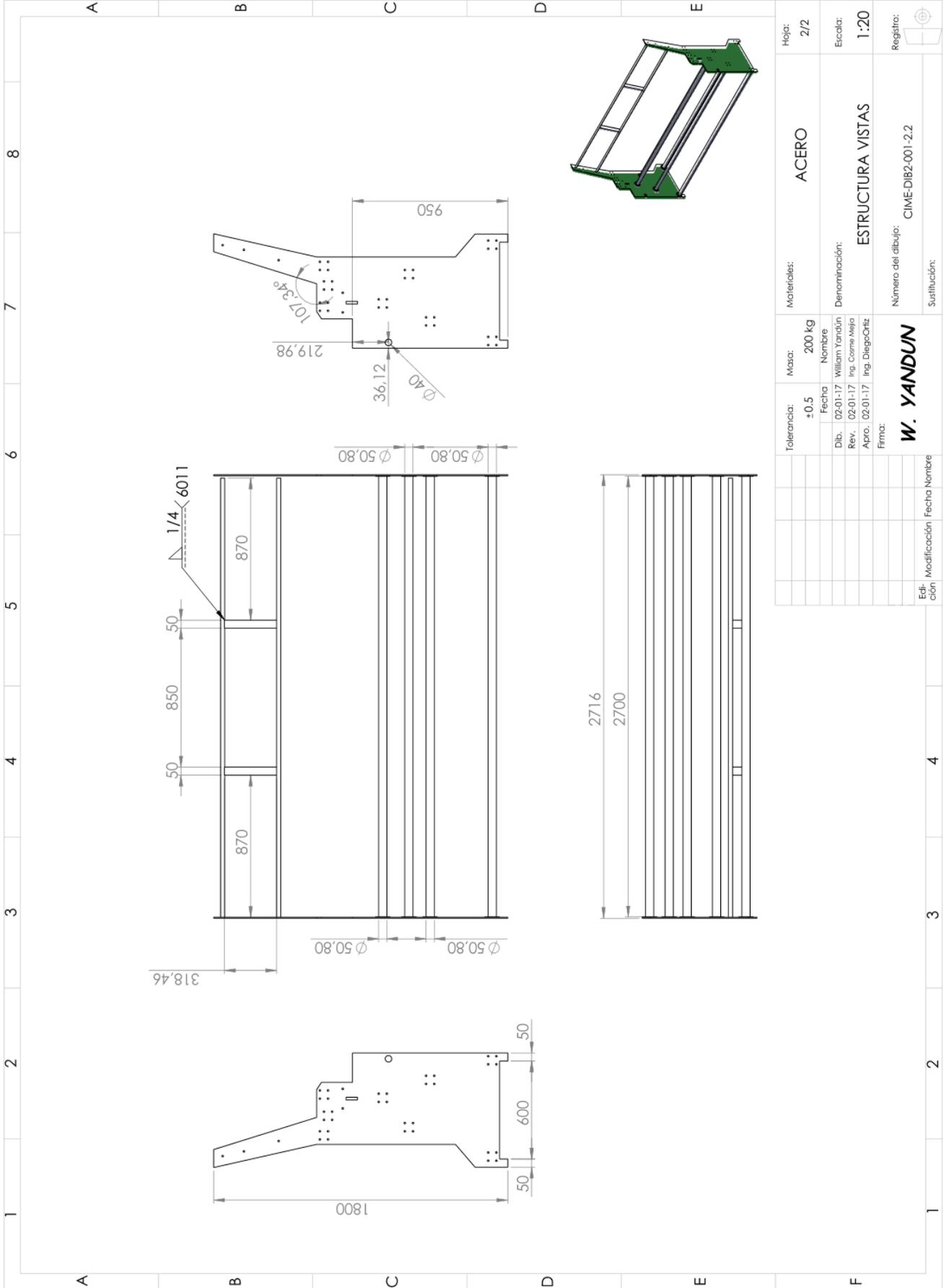


N° DE PIEZA	DENOMINACIÓN	NORMA O DIBUJO	Observación
1	Estructura	ASTM A36	CIME-DIB 2-001-2.2
2	SopORTE Lateral	ASTM A36	CIME-DIB 2-002-2.2
3	Marco sistema de doblado	ASTM A54	CIME-DIB 2-003-2.2
5	SopORTE encoder	ASTM A36	CIME-DIB 2-004-2.2
5	SopORTE cortadora	ASTM A36	CIME-DIB 2-005-2.2
6	Brazo regulable	ASTM A36	CIME-DIB 2-006-2.2
7	SopORTE de enrollado	ASTME A36	CIME-DIB 2-007-2.2
8	Caja sistema de transmisión	ASTM A792	CIME-DIB 2-008-2.2
9	Riel de cadena	ASTM A36	CIME-DIB 2-009-2.2
10	Caja motor sistema de enrollado	ASTM A792	CIME-DIB 2-010-2.2

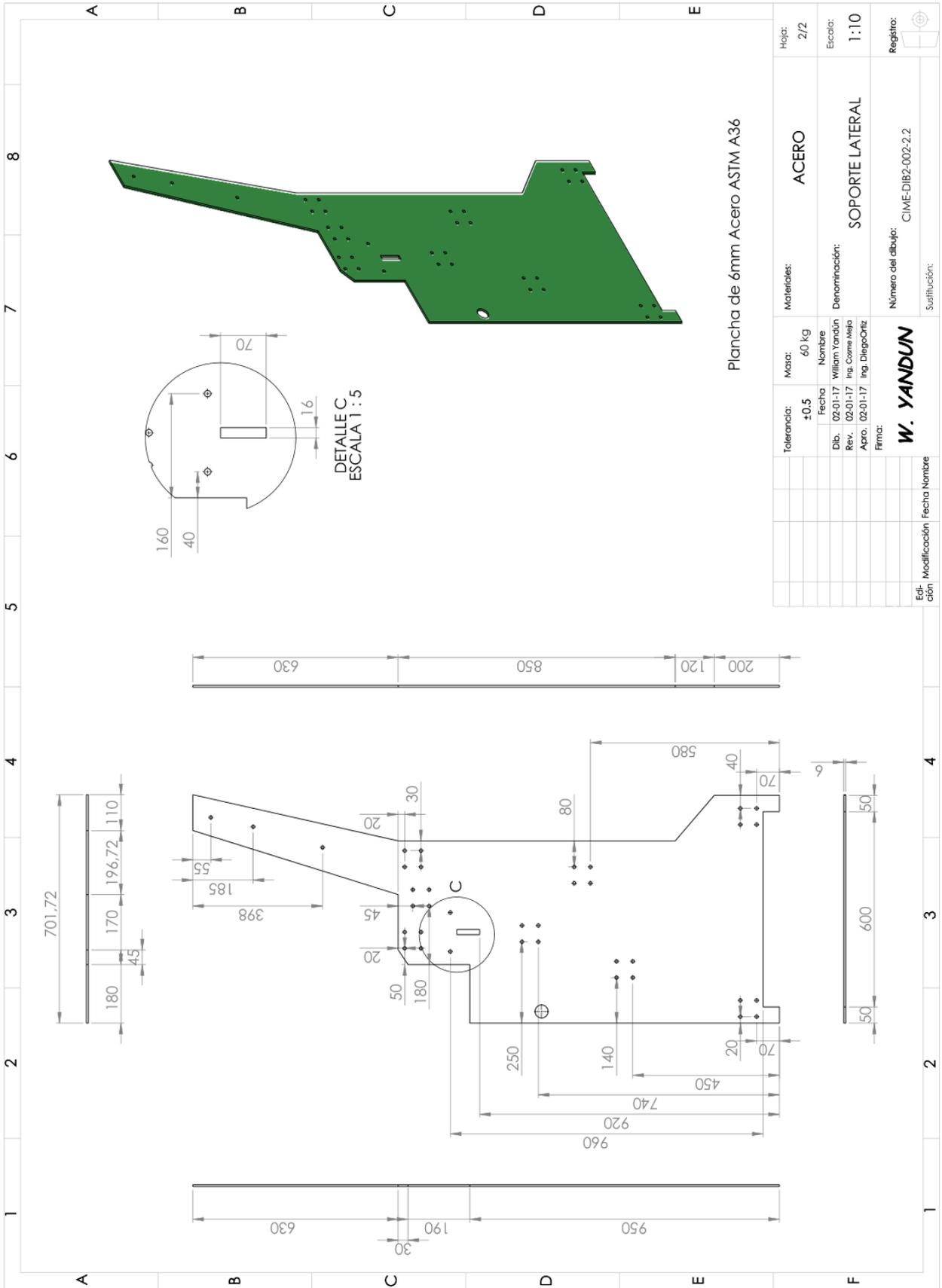
Tolerancia:	±0.5	Materiales:	ACERO
Masa:	250 Kg	Denominación:	MÁQUINA MEDIDORA DE TELA
Fecha:	02-01-17	Nombre:	William Yandún
Rev.:	02-01-17	Ing. Coore/Melo	
Apr.:	02-01-17	Ing. Diego Ortiz	
Firma:			
Ej. ción		Modificación:	
		Fecha:	
		Nombre:	
		Escala:	1/20
		Registro:	
		Número del dibujo:	CIME-DIB2-000-2.2
		Sustitución:	

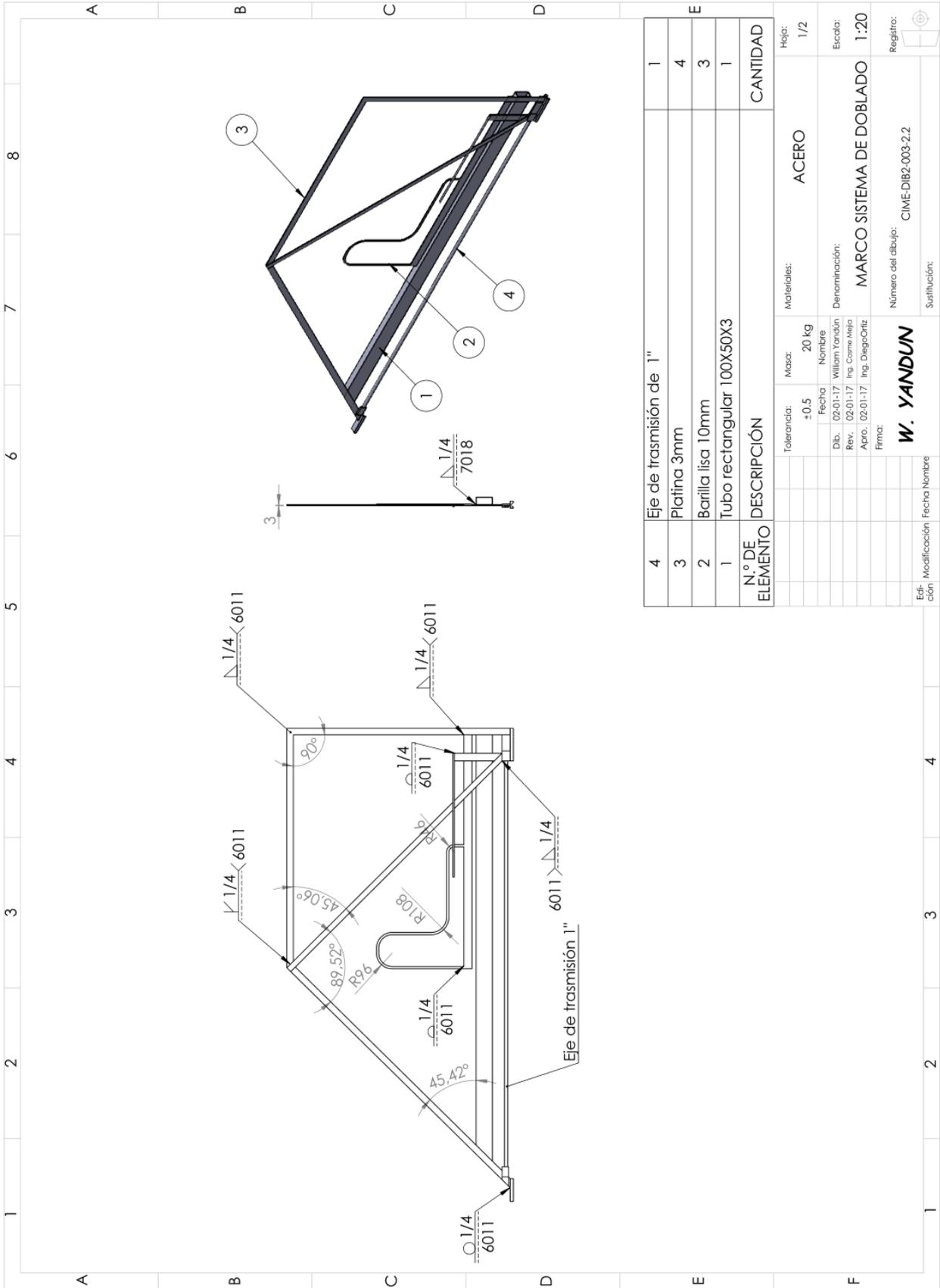
W. YANDUN

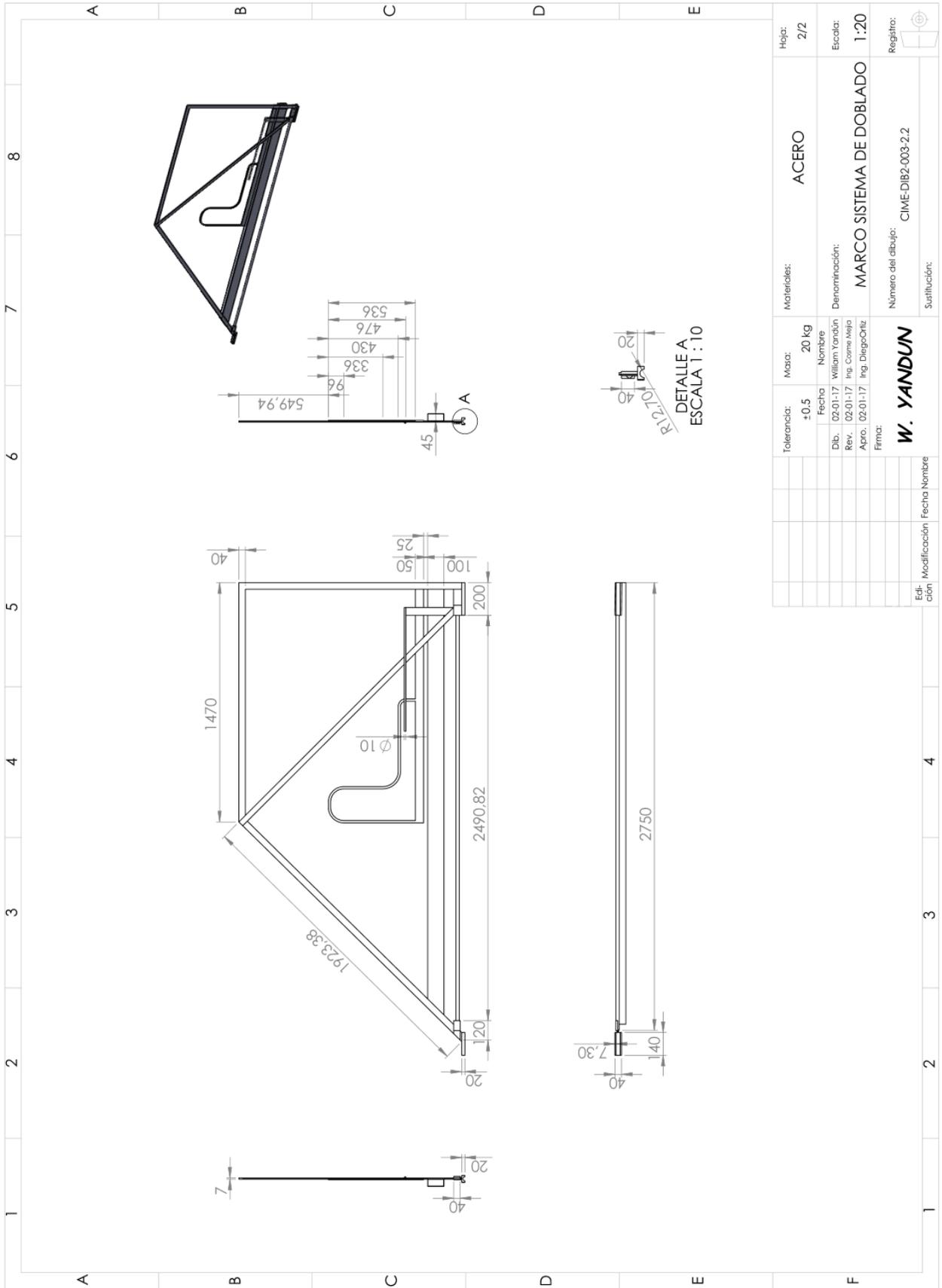
Largo:	2710
Ancho:	700
Altura:	2440
Peso:	250kg

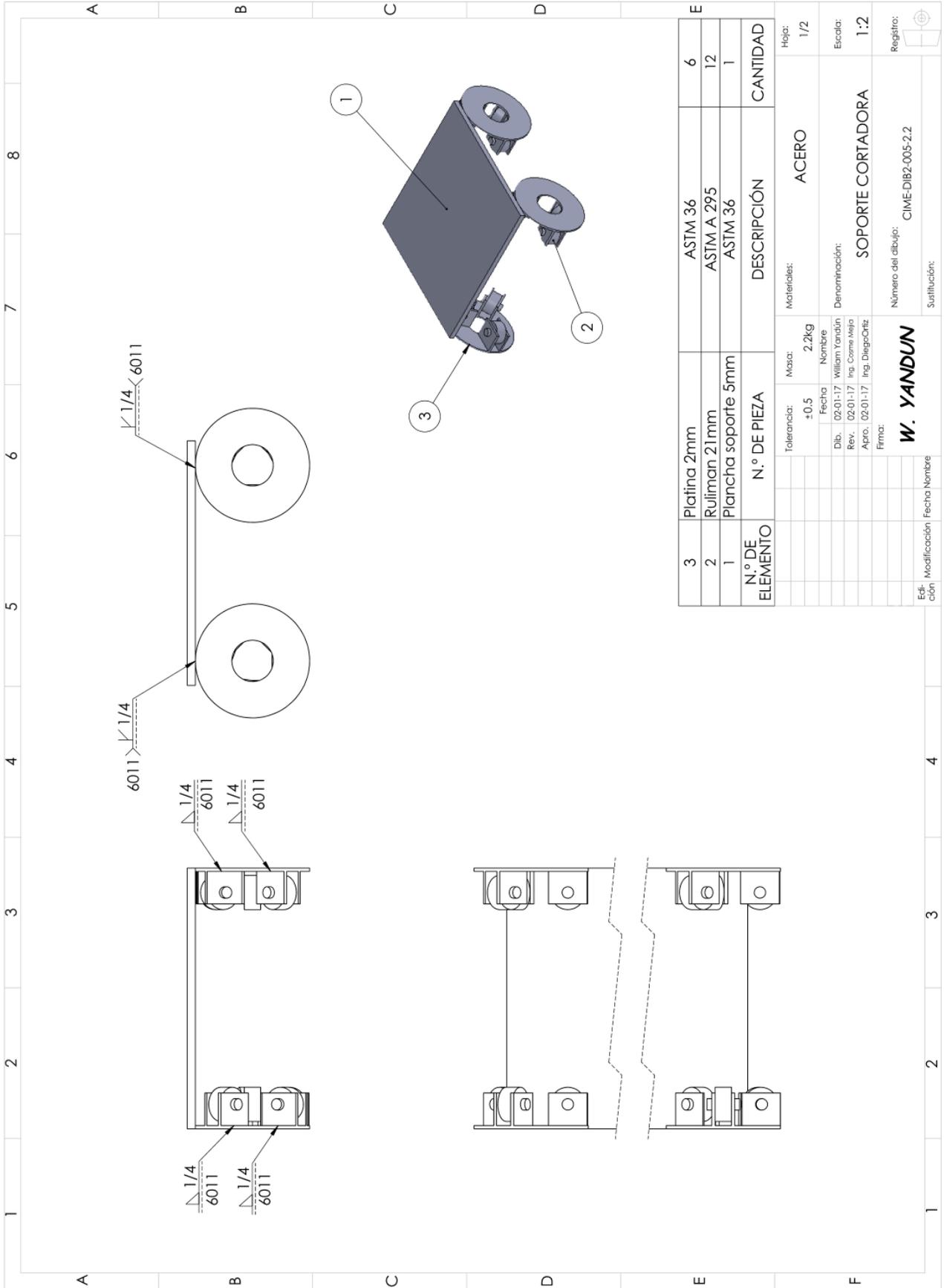


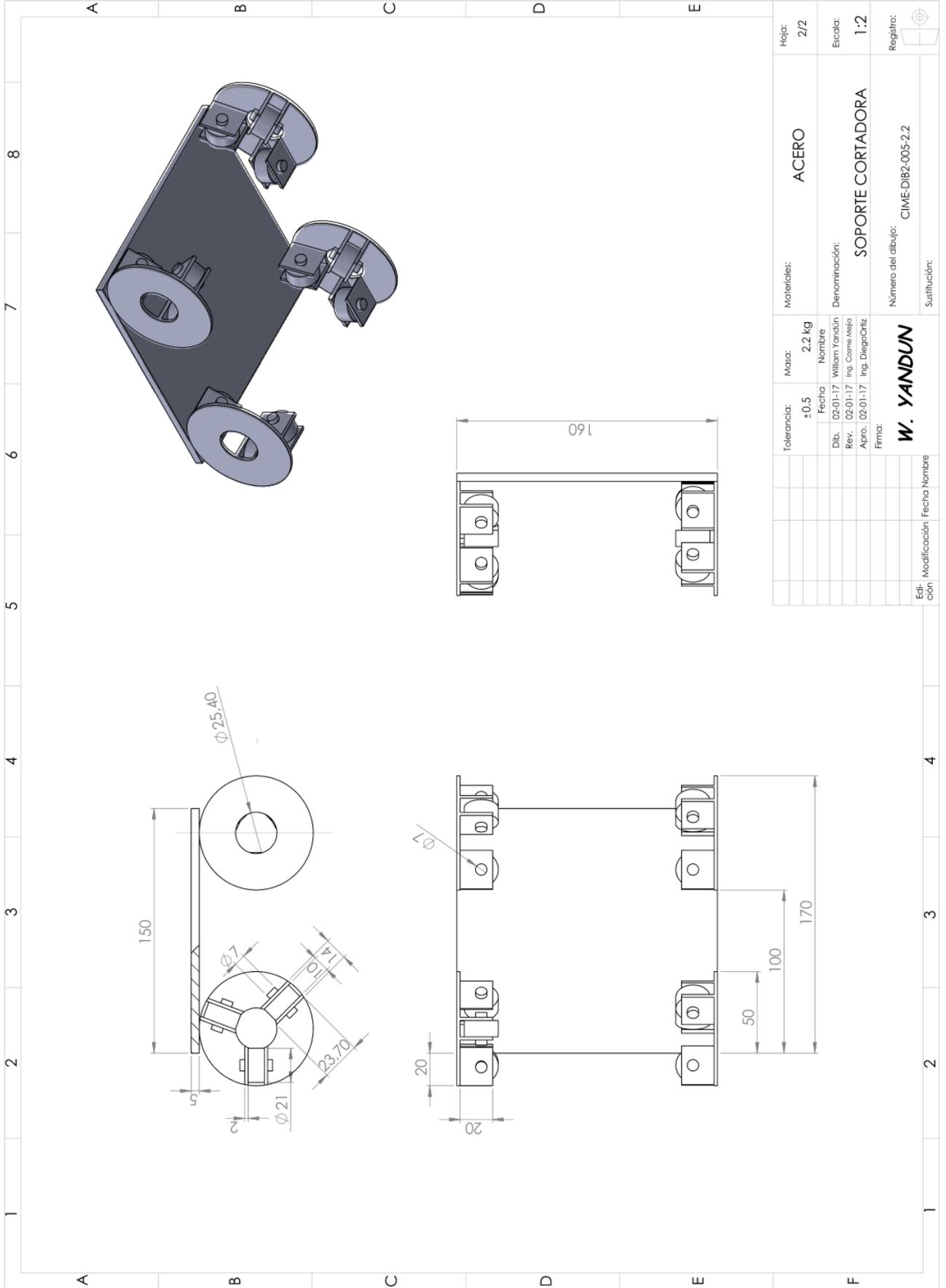
Hojas:		2/2	
Materiales:		ACERO	
Escala:		1:20	
Denominación:		ESTRUCTURA VISTAS	
Número del dibujo:		CIME-DIB2-001-2.2	
Sustitución:			
Masa:		200 Kg	
Tolerancia:		±0.5	
Fecha:		02-01-17	
Nombre:		William Yandun	
Dib.:		02-01-17	
Rev.:		02-01-17	
Apro.:		02-01-17	
Firma:		Ing. Diego Chiz	
Firma:		W. YANDUN	
Número del dibujo:		CIME-DIB2-001-2.2	
Sustitución:			
Edición:		4	
Modificación:		3	
Fecha:		2	
Nombre:		1	



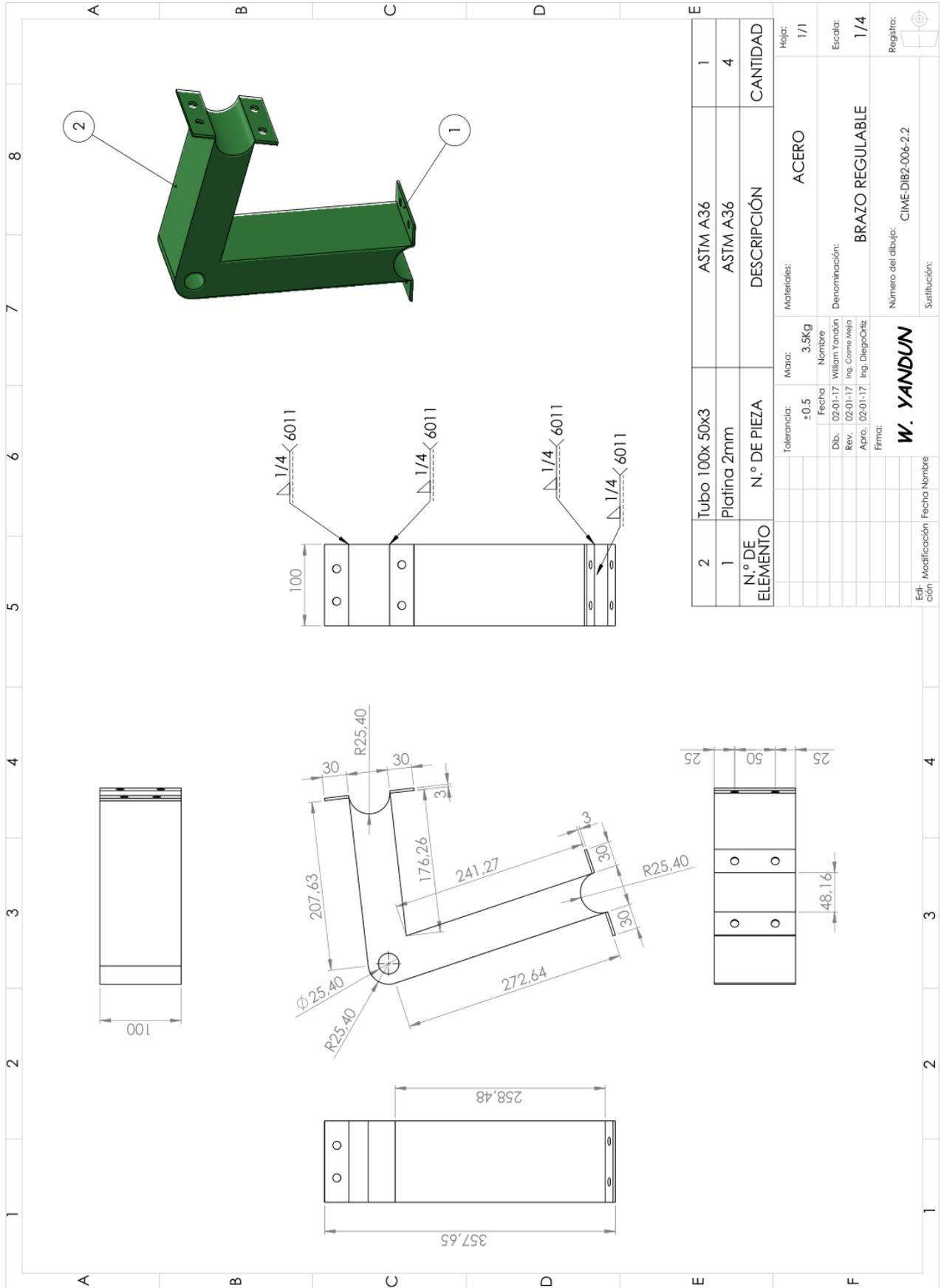




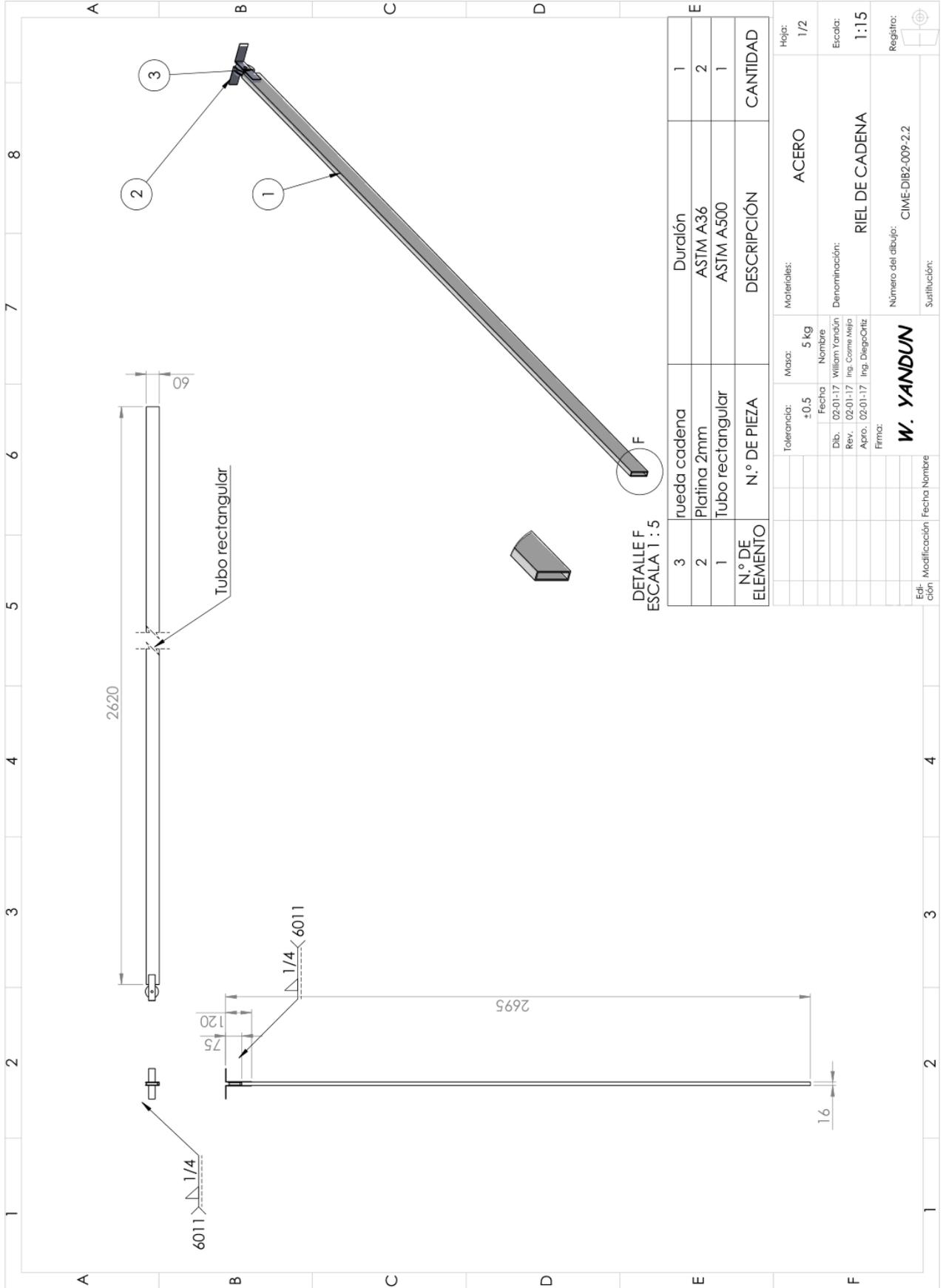


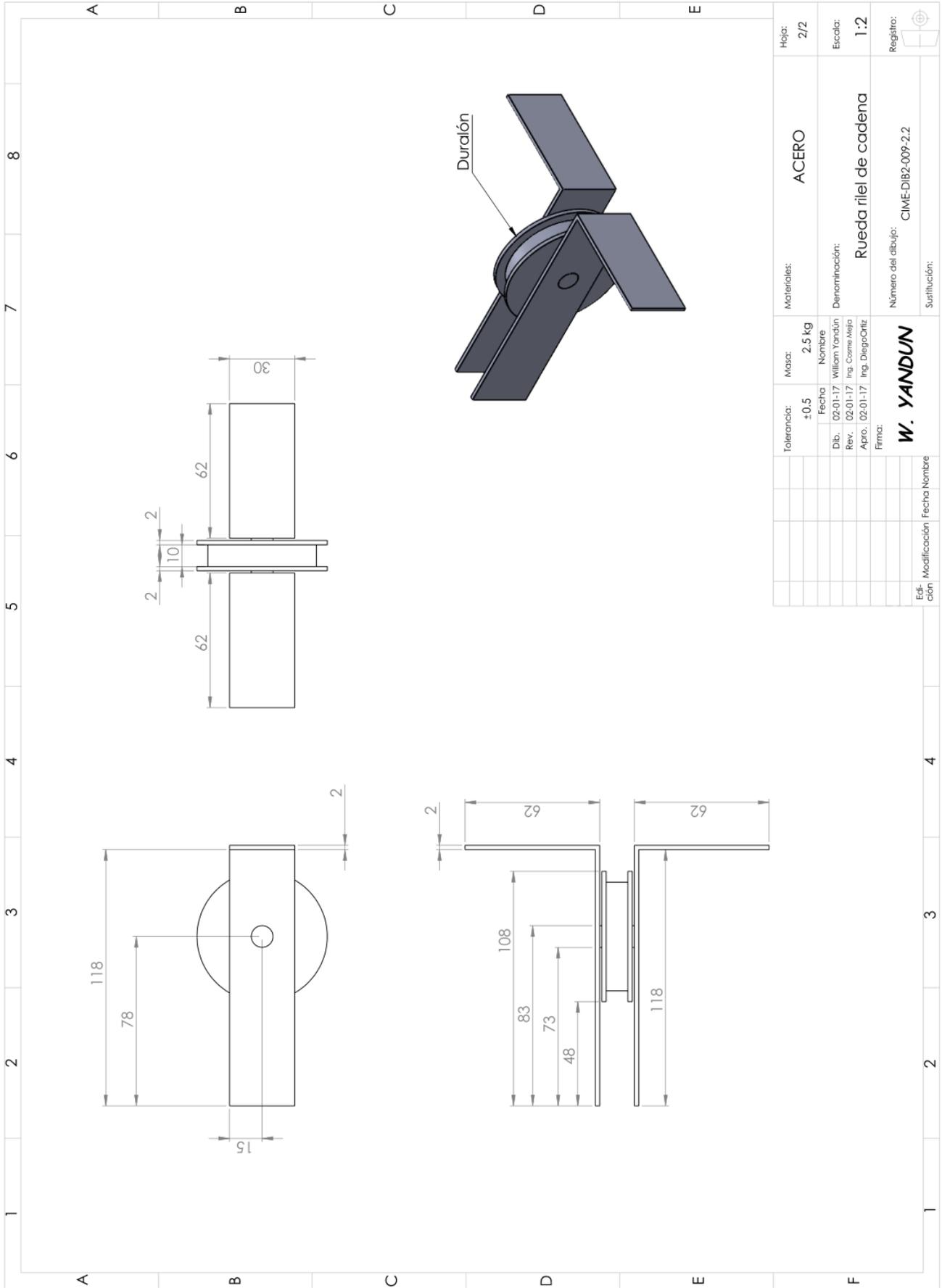


Tolerancia: ±0.5		Masa: 2.2 kg		Material: ACERO		Hoja: 2/2	
Fecha: 02-01-17		Nombre: William Yandun		Denominación: SOPORTE CORTADORA		Escala: 1:2	
Dib.: 02-01-17		Ing. Cosme Mejía		Número del dibujo: CIME-DIB2-005-2.2		Registro:	
Apro.: 02-01-17		Ing. Diego Ortiz		Firma: W. YANDUN		Sustitución:	
Edi- Graf	Modificación	Fecha	Nombre				

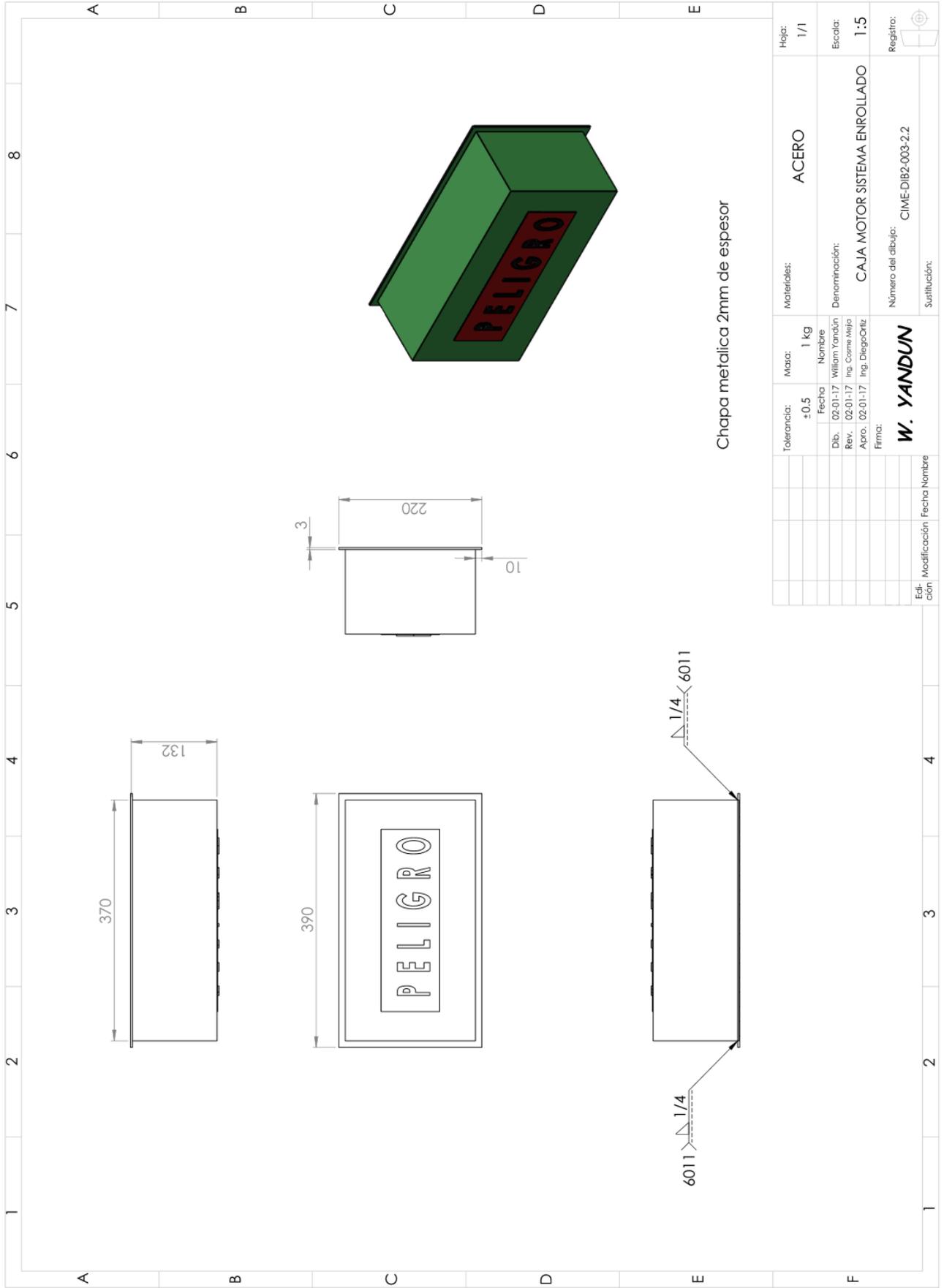


2	Tubo 100x 50x3	ASTM A36	1
1	Platina 2mm	ASTM A36	4
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Tolerancia: ±0.5		Materiales: ACERO	Hoja: 1/1
Masa: 3.5Kg		Denominación: BRAZO REGULABLE	Escala: 1/4
Fecha: 02-01-17		Nombre: William Yandun	Registro:
Dib.: 02-01-17		Ing. Cosme Mejía	Numero del dibujo: CIME-DIB2-006-2.2
Rev.: 02-01-17		Ing. Diego Ortiz	Substitución:
Apro.: 02-01-17		Ing. Diego Ortiz	
Firma:			
Edición		W. YANDUN	
Modificación			
Fecha			
Nombre			





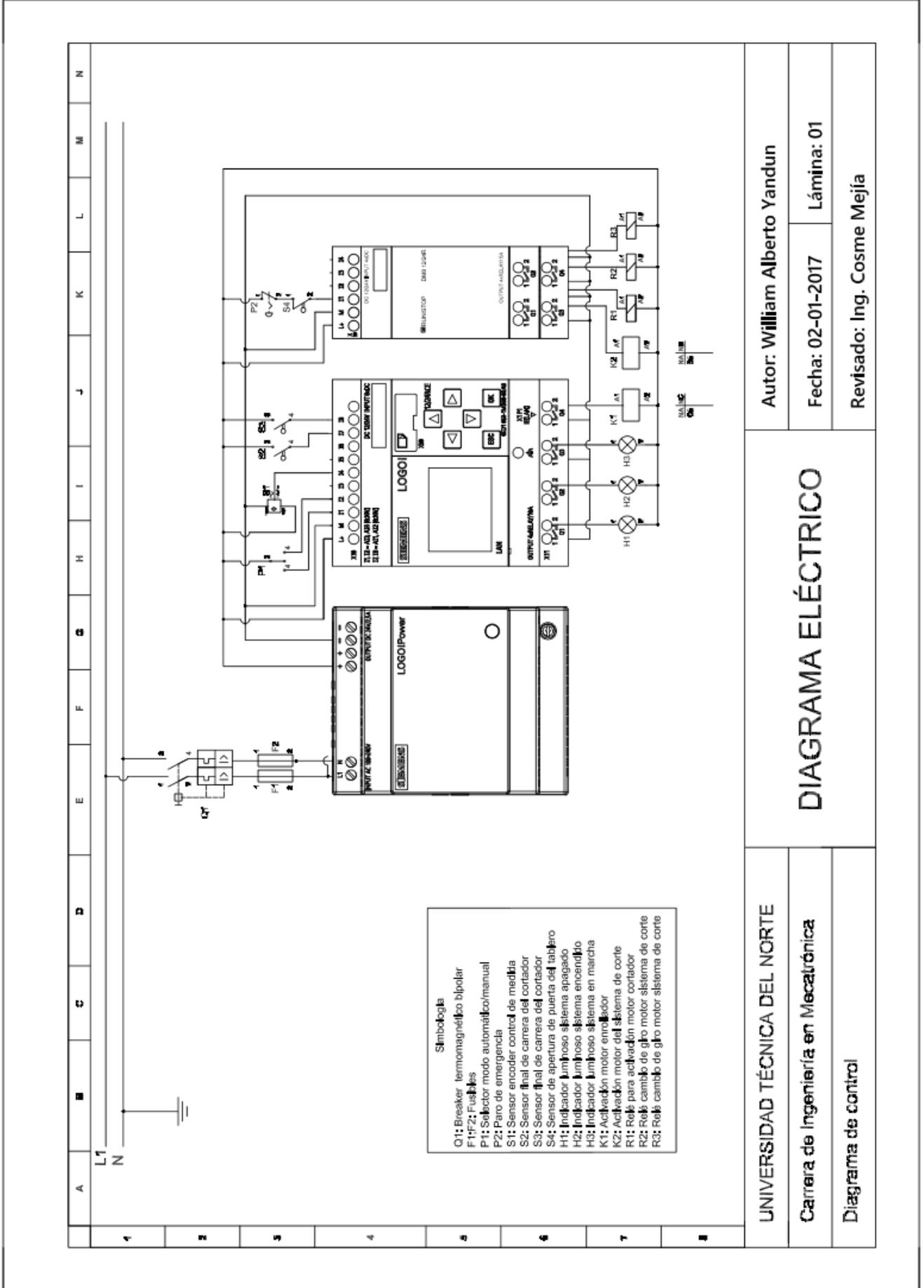
Tolerancia: ±0.5		Marca: 2.5 kg		Materiales: ACERO		Hoja: 2/2	
Fecha: 02.01.17		Nombre: William Yandun		Denominación: Rueda riel de cadena		Escala: 1:2	
Dib.: 02.01.17		Ing. Corne Mejía		Número del dibujo: CIME-DIB2-009-2.2		Registro:	
Rev.: 02.01.17		Ing. Diego Ortiz		Firma: W. YANDUN		Sustitución:	
Edición		Modificación		Fecha		Nombre	
1	2	3	4	1	2	3	4



Chapa metálica 2mm de espesor

Tolerancia:	Masa:	Materiales:	Hoja:
±0.5	1 Kg	ACERO	1/1
Fecha:	Nombre:	Denominación:	Escala:
02-01-17	William Yandun	CAJA MOTOR SISTEMA ENROLLADO	1:5
Rev.:	Ing. Cosme Mejía	Número del dibujo:	Registro:
02-01-17	Ing. Diego Ortiz	CIME-DIB2-003-2.2	
Firma:	W. YANDUN	Sustitución:	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:

ANEXO 8. PLANOS ELÉCTRICOS



- Simbología**
- O1: Breaker termomagnético bipolar
 - F1/F2: Fusibles
 - P1: Selector modo automático/manual
 - P2: Puro de emergencia
 - S1: Sensor encoder control de media
 - S2: Sensor final de carrera del contador
 - S3: Sensor final de carrera del contador
 - S4: Sensor de apertura de puerta del tablero
 - H1: Indicador luminoso sistema apagado
 - H2: Indicador luminoso sistema encendido
 - H3: Indicador luminoso sistema en marcha
 - K1: Activación motor enrollador
 - K2: Activación motor del sistema de corte
 - R1: Relé para activación motor contador
 - R2: Relé cambio de giro motor sistema de corte
 - R3: Relé cambio de giro motor sistema de corte

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	DIAGRAMA ELÉCTRICO		Autor: William Alberto Yandun
			Fecha: 02-01-2017 Lámina: 01
Carrera de Ingeniería en Mecatrónica		Revisado: Ing. Cosme Mejía	
Diagrama de control			

