

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



PROYECTO DE GRADO

“DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA TORCELADORA DE LANA DE ALPACA”

CASO: MICROEMPRESA DE CONFECCIÓN DE MANTAS “NELLY”

Para Optar al Título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas
MENCIÓN: GESTIÓN Y PRODUCCIÓN

Postulante: Judith Carolina Callisaya Nina

Tutor Metodológico: Ing. Maricel Yarari Mamani

Tutor Revisor: Ing. Edwin Tintaya Quenta

Tutor Especialista: M.Sc. Gregorio Mamani Mamani

EL ALTO – BOLIVIA

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios por ser mi guía por darme la maravillosa oportunidad y la dicha de la vida al regalarme la presencia de mi familia y todo lo necesario para poder desarrollarme en mis estudios y como ser humano.

A mi enamorado Luis quien me apoyo y alentó para continuar, depositando su confianza en mí.

A mis padres Juana Nina y Luis Callisaya por estar siempre conmigo apoyándome incondicionalmente para culminar mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento a Dios por guiar mis pasos, por llevarme a alcanzar mis metas y objetivos, por todas las bendiciones brindadas, por haberme encaminado de tal manera que me permitió culminar este sueño.

A la Universidad Pública del Alto y la Carrera de Ingeniería de Sistemas en donde se me abrieron las puertas para poder alcanzar una meta más en mi camino.

Agradecer a mi tutor especialista M. Sc. Ing. Gregorio Mamani Mamani por su apoyo, por brindarme su conocimiento que me ayudo a construir este proyecto.

Agradecer a mi tutor metodológico Ing. Maricel Yarari Mamani, por su tiempo comprensión, paciencia y orientación con sus conocimientos en la realización de este proyecto.

Agradecer a mi tutor revisor Ing. Edwin Tintaya Quenta, por brindarme su tiempo, su conocimiento, experiencia y por su paciencia, que me ayudaron a culminar el presente proyecto

RESUMEN

El presente documento se desarrolla para dar conformidad a los requisitos exigidos por la universidad Pública de El Alto, para dar fin a la carrera de Ingeniería de Sistemas mediante el proceso de titulación. El proyecto lleva como nombre

“Diseño de una máquina automatizada torceladora de lana de alpaca” para la microempresa Confección de mantas “Nelly”

El desarrollo del proyecto trata de brindar un apoyo a la microempresa en el área de torcelado y así poder acelerar más su proceso en el terminado de mantas. La máquina automática de torcelado ayudará a torcelar de la mejor forma y a la vez podrá hacer el respectivo enconado para poder ganar más tiempo en el área de torcelado y así poder terminar las mantas.

Para el desarrollo del proyecto se empleó software CAD (Diseño Asistido por Computadora) CADe Simu para el diseño eléctrico, y MikroC pro for PIC para programar y poder hacer la respectiva grabación al PIC 18f4550, herramientas para la construcción, el uso de la metodología Karl Ulrich.

Por lo tanto, se construye el proyecto con el diseño de una maquina automatizada torceladora, donde se realizó un prototipo para la verificación del funcionamiento de la máquina, logrando cumplir con los objetivos planteados.

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, **Judith Carolina Callisaya Nina** con C.I. **12363189LP** mediante la presente **declaro** de manera pública que la propuesta del **TRABAJO DE GRADO** titulada **“DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA TORCELADORA DE LANA DE ALPACA”** es original, siendo resultado de mi trabajo personal y no constituye una copia o replica de trabajos similares elaborados,

Autorizo la publicación del resumen de mi propuesta en internet y me comprometo a responder a todos los cuestionamientos que se desprenden de su lectura.

Asimismo, me hago responsable ante la universidad o terceros, de cualquiera irregularidad o daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado.

De identificarse falsificación, plagio, fraude, o que el **TRABAJO DE GRADO** haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, responsabilizándome por todas las cargas legales que se deriven de ello sometiéndome a las normas establecidas y vigentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

El Alto, Noviembre del 2021.



Judith Carolina Callisaya Nina
C.I. **12363189 L.P.**
e-mail: judithcarolina2009@gmail.com

INDICE

CAPITULO I.....	1
MARCO PRELIMINAR.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1. Antecedentes Institucionales.....	2
1.2.2. Antecedentes de Trabajos a Fines.....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3.1. Problema Principal	4
1.3.2. Problemas Secundarios	5
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.5.1. Justificación Técnica	6
1.5.2. Justificación Económica	6
1.5.3. Justificación Social	6
1.6. METODOLOGÍA	7
1.7. HERRAMIENTAS	7
1.7.1. Herramientas de Diseño Asistido por Computadora (CAD)	7
1.7.2. Herramientas para Armado	8
1.8. LIMITES Y ALCANCES	10
1.8.1. Limites.....	10
1.8.2. Alcances.....	10

CAPITULO II.....	11
2. MARCO TEORICO	11
2.1. LA ALPACA	11
2.2. LANA DE ALPACA	11
2.2.1. Características de la Lana de Alpaca	12
2.3. DISEÑO DE MÁQUINA.....	14
2.4. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE KARL T. ULRICH	15
2.4.1. Fase 0. Planeación	16
2.4.2. Fase 1. Desarrollo del concepto.....	16
2.4.3. Fase 2. Diseño a Nivel Sistema	17
2.4.4. Fase 3 Diseño de Detalle	18
2.4.5. Fase 4. Pruebas y Refinamiento	19
2.5. TORCELADO –TORSIÓN	19
2.5.1. Conjunto Tensor	21
2.5.2. Olla o Pote	21
2.5.3. Rodillo Sobre Alimentador	21
2.6. TIPOS DE TORSIÓN	22
2.6.1. Sistema de Torsión.....	22
2.6.2. Proceso de Retorcer Poliamida en la Máquina	23
2.7. ENCONADO	23
2.8. AUTOMATIZACIÓN.....	23
2.8.1. Objetivos de la Automatización	24
2.8.2. Clases de Automatización.....	24
2.9. PIC 18F4550.....	27
2.9.1. Registros de los puertos	27

2.9.3. Principales características PIC18F4550.....	28
2.9.2. Memoria de programa.....	29
2.9.4. Memoria de EEPROM.....	30
2.9.5. Temporizadores de 8 bits.....	31
2.9.6. Temporizador Perro Guardián (WATCHDOG)	31
2.10. SENSORES.....	32
2.10.1. Clasificación de errores de medición.	32
2.10.2. Desviaciones de Sensor	32
2.10.3. Tipos de Sensores	33
2.10.4. Sensores Inductivos.....	34
2.11. PANTALLA LCD	35
2.12. VARIADOR DE FRECUENCIA	36
2.12.1. Tipos de Variadores de Velocidad.....	37
2.12.2. Aplicación para el Variador Control Remoto para el Enconado	38
2.12.3. Aplicación del Protocolo Modbus en el variador	38
2.13. COMUNICACIÓN SERIAL.....	41
2.13.2. RS-485.....	43
2.13.3. Ventajas de RS-485.....	43
2.14. MOTOR ELÉCTRICO	45
2.14.1. Motores de Corriente Continua	46
2.14.2. Motor Trifásico	47
2.14.3. Motor Monofásico de 1 HP.....	49
2.15. ROBÓTICA.....	50
2.15.1. Esquema General de un Robot.....	50
2.16. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO	51

2.16.1. CADe SIMU	51
2.16.2. Desarrollo del Software para el Controlador.....	52
2.16.3. Compilador MikroC PRO for PIC.....	55
2.16.3.1. Características de MikroC pro for PIC	55
2.16.4. Crear un Proyecto en MikroC pro for PIC.....	56
2.16.5. Pulsadores	56
2.17. NORMA	57
2.17.1. Normas de Tipo A, B y C	57
2.17.2. Norma ISO 9126	58
2.18. PRUEBAS.	59
2.18.1 Técnica de Caja Blanca	59
2.18.2. Técnicas de Caja Negra.....	60
2.19. COSTO Y BENEFICIO	61
2.18.1. Cocomo II	61
CAPITULO III.....	64
MARCO APLICATIVO	64
3.1. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	64
3.1.1. Fase 0. Planeación	64
3.1.2 Fase 1: Desarrollo de Concepto.....	64
3.1.3 Fase 2 Diseño a Nivel Sistema	70
3.1.4. Fase 3 Diseño de Detalles	70
3.1.4.3. Diseño de la Interfaz (software).....	83
3.1.5 Fase 4 Pruebas y Refinamiento	86
3.2. RELACION DE LA NORMA ISO CON EL SISTEMA	88
3.2.1. Norma Iso 9126	88

3.3. NORMAS DE SEGURIDAD	89
3.3.1. Equipo de Protección Personal.	89
3.3.2. Normas Específicas Del Oficio	89
3.4. MÉTRICAS DE CALIDAD.....	89
3.4.1. Funcionalidad.....	89
3.4.2 Confiabilidad	92
3.4.3 Mantenibilidad.....	93
3.4.4 Usabilidad	94
3.4.5. Portabilidad	95
3.4.6. Evaluación Global	95
3.5. ANALISIS DE COSTOS	96
3.5.1 Costo Estructura de la máquina	97
3.5.2 Costos de Implementación de componentes del Diseño	99
CAPITULO IV	101
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
4.1 CONCLUSIONES.....	101
4.2. RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
MANUAL DE USUARIO.....	105
MANUAL TÉCNICO.....	111
ANEXOS.....	115

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Desarrollo del concepto	17
Tabla 2	Concepto Diseño a nivel sistema	17
Tabla 3	Concepto Diseño de Detalle	18
Tabla 4	Concepto pruebas y refinamiento	19
Tabla 5	Tipos de memorias programables.....	30
Tabla 6	Tabla de sensores	34
Tabla 7	Distancia máxima de transmisión	39
Tabla 8	Símbolo de los pulsadores.....	57
Tabla 9	Descripción del Proyecto	64
Tabla 10	Descripción de desarrollo de concepto	65
Tabla 11	Definición de requerimientos.....	66
Tabla 12	Descripción de piezas de la maquina torceladora	67
Tabla 13	Descripción de las medidas de la maquina	76
Tabla 14	Variables de Cálculo de Funcionalidad	90
Tabla 15	Valoración atributos funcionalidad	90
Tabla 16	Valoración Funcionalidad.....	91
Tabla 17	Valores en usabilidad	94
Tabla 18	Ajuste de preguntas.....	94
Tabla 19	Factor Global	96
Tabla 20	Constantes Cocomo II	96
Tabla 21	Costo de materiales de ensamblaje	99
Tabla 22	Descripción de costos totales	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Dispositivos de operación	9
Figura 2	Método de diseño por Karl Ulrich	16
Figura 3	Sentido de torsión del hilo	20
Figura 4	Torceladora de hilos Ratiti 441	21
Figura 5	Microchip 18F4550 estructura datasheet	28
Figura 6	Estructura de un microcontrolador.....	32
Figura 7	Sensor inductivo Magnético	34
Figura 8	Variador de Frecuencia weg CFW 10 ½ Hp	38
Figura 9	Variador de frecuencia ¼ hp	40
Figura 10	Transmisión serial	43
Figura 11	Símbolo de un motor de corriente continua	47
Figura 12	Motor trifásico weg 5 hp	47
Figura 13	Conexión interna de devanados de un motor trifásico	48
Figura 14	Conexiones de la boneras delta y estrella	48
Figura 15	Delta y estrella conexión de un motor	49
Figura 16	Grabador de Bootloader en mikroC	54
Figura 17	Pasos para programar un PIC	54
Figura 18	Ventana de trabajo de MikroC Pro for PIC	55
Figura 19	Pulsador Marcha y Paro	57
Figura 20	Normas de tipo A,B y C	58
Figura 21	Caja blanca	60
Figura 22	Caja negra	61
Figura 23	Diagrama de bloque	70
Figura 24	Caja de control de la maquina	71
Figura 25	Partes que componen la función del enconado	72
Figura 26	Vista frontal de la máquina y lugar del sensor	72
Figura 27	Vista del lado derecho de la maquina.....	73
Figura 28	Vista de lado izquierdo máquina	74
Figura 29	Vista frontal de la parte del enconado	74

Figura 30	Diseño final de la máquina	75
Figura 31	Ensamblaje del motor para el enconado	79
Figura 32	Ensamble del motor 2 para el torcelado	79
Figura 33	Caja de control de la maquina	80
Figura 34	Variador de frecuencia	81
Figura 35	Muestra frontal de la maquina el rodillo para el enconado.....	81
Figura 36	Vista de la olla para el torcelado	82
Figura 37	Ensamblaje del sensor inductivo	82
Figura 38	Diagrama de Flujo	83
Figura 39	Inicialización de LCD módulo de conexión	84
Figura 40	Código PIC.....	84
Figura 41	Bucles	85
Figura 42	Salidas LCD	85
Figura 43	Maquina torceladora con pic	86

CAPITULO I

MARCO PRELIMINAR

1.1. INTRODUCCIÓN

La fibra de alpaca es considerada una de las fibras más lujosas y finas de mundo, no solo por sus atributos físicos como su capacidad térmica, su suavidad y resistencia sino porque es escasa en el mercado, haciéndola más exclusiva.

Según el AYNI BOLIVIA Las alpacas viven en el altiplano boliviano a más de 4000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), existen más de 2 millones de ellas y son el principal medio de subsistencia de miles de familias alto andinas que aun las crían según su tradición. Estas comunidades tradicionalmente “pallaqueras¹” y “llameras²” han recibido la herencia de cómo cuidar estos animales de sus antepasados es así que las alpacas muy poco han cambiado en su crianza y estilo de vida natural.

Las alpacas son camélidos que viven en un clima frígido y tierras que caracterizan a la provincia Sajama del departamento de Oruro, La Paz y diferentes lugares del altiplano.

En la actualidad la microempresa de confección de mantas “Nelly” realiza la artesanía de confeccionar mantas de todo tipo de modelos en general, este realiza todo el proceso desde el hilado, torcelado de la lana de alpaca, el hacer los respectivos cortes para así poder bordar, el tejer sus randas y terminar con el llenado de sus flecos.

En la elaboración de las mantas es un proceso muy demoroso que tiene la elaboración de mantas, sus confecciones son de calidad y cuentan con pedidos frecuentes de sus productos de calidad.

¹ PALLAQUERAS: mujeres mineras que se dedican a la selección manual de mineral

² LLAMERAS: Cuidado de llamas y alpacas

El material indispensable es la lana fina de alpaca por lo que la microempresa sobre sale en sus confecciones que son tejidos de fibras naturales, todo es realizado manualmente.

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Antecedentes Institucionales

La microempresa de confecciones de mantas “Nelly”, fue fundada el 14 de julio del año 2005 por la propietaria Ninfa Gómez Nina. El domicilio fiscal fijado para la microempresa se encuentra en la ciudad de El Alto zona “Los Pósitos”.

Objetivo: Es la comercialización de mantas de alpaca, cuenta con trabajadores que están de acuerdo a sus categorías en especial la parte que se dedica en poner la fibra torcelado como lo es la alpaca lista para la puesta en marcha, después se procede a lo que es la confección de mantas con el pelo fino de la alpaca que es la materia prima para su fabricación.

Misión: Ofrecer sus productos al mercado en todos sus modelos en general y que estos productos satisfagan totalmente al cliente tanto en su precio, textura, tono, etc. Todo esto se logra con el mejor desenvolvimiento organizacional de la microempresa.

1.2.2. Antecedentes de Trabajos a Fines.

- Mendoza Gutiérrez Gabriela Carmen & Paco Flores Israel Fernando, (2017), **“Diseño de un centro de producción integral alpaqueo en el municipio de Tihuanaco”**, El proyecto se cimienta en el “hilado de fibra de alpaca” el cual tiene características apropiadas a la confección de prendas de vestir que proviene de una de las fibras más naturales del mundo, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ingeniería; Carrera Ingeniería Industrial; La Paz-Bolivia.
- Alexander Omar Rodríguez Chávez, (2013), **“Factibilidad para la implementación de la producción de una lana de hilado acrílico”**, El desarrollo del mercado de hilado acrílico es aumentar una mayor demanda

del producto como es la lana lo cual sitúan al negocio del hilado acrílico en un punto expectante. Universidad Nacional de Ingeniería; facultad Ingeniería química y Textil; Lima-Perú.

- Peña & Merchán, (2008), **“Simulación y automatización de los sistemas de arranque para motores de corriente continua”**, se utilizó la metodología Karl Ulrich su objetivo fue construir un módulo con un PLC S7-1200 que pueda automatizar un sistema de motores de corriente. Universidad Pública de El Alto; Ingeniería de Sistemas. La Paz-Bolivia
- Páez, (2010), **“Prototipo de sistema de grabador/reproductor de movimientos giratorios”**, utilizo la metodología utilizada fue Karl Ulrich su objetivo era desarrollar un prototipo de un sistema hardware/software capaz de grabar y reproducir un tiempo de movimientos giratorios efectuados por el operador. Universidad Pública de El Alto; Ingeniería de Sistemas. La Paz-Bolivia.
- José Pablo Uribe López, Andrés Vanegas Barrera, Francisco Alejandro Cardona González, (2004), **“Plan de negocios para la creación de una planta de procesamiento de residuos sólidos urbanos para la producción de compost: viabilidad para tres ubicaciones en la ciudad de Bogotá y sus alrededores”**, Generar un plan de negocio para la creación de una empresa productora de Compost, evaluando tres entornos diferentes para su localización (en Bogotá y sus cercanías), que esté encaminado a detallar la viabilidad real del negocio y la posterior consecución de recursos para la realización del proyecto. Universidad Javeriana, Ingeniería Industrial, Bogotá – Colombia.
- Bravo, (2012), **“Propuesta de diseño para la fabricación de maquina automatizada para optimizar la operación de cortes rectos en la manufactura de muebles en melamina”**, se utilizó la metodología Hans Gugelot, su objetivo fue optimizar la operación de corte recto en la fabricación de muebles en madera melamina mediante el empleo de una maquina

automatizada. Universidad de San Buenaventura; Facultad de Ingeniería Bogotá-Colombia.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La microempresa de Confección de Mantas “Nelly” se dedica a la confección de mantas de alpaca, su material principal es la lana de alpaca, es un proceso que cuenta con 4 áreas de trabajo comienza con el área del hilado de la alpaca, se dedican exactamente al hilado de la lana; la segunda es el torcelado donde los trabajadores trabajan con unas máquinas sencillas que necesariamente necesitan de una persona para que lo manejen y puedan hacer el torcelado lo más fino posible; en la tercera área tenemos la tejedura donde se logra hacer el respectivo tejido para la manta y la cuarta área es la subida de flecos en la manta; el proceso de torcelado es el que llega a tener mayor dificultad en el uso respectivo de la lana.

El torcelado de lana de alpaca se lo realiza de forma semiautomática lo que consume tiempo excesivo para su culminación y entrega. Es por ello que surge la propuesta principal de establecer una maquina automatizada de lana de alpaca para mejorar la confección de mantas. Planteando el problema se plantea la siguiente pregunta:

¿De qué manera se puede mejorar y automatizar el torcelado y enconado de fibra de alpaca para obtener productos de calidad en la microempresa Confección de mantas “Nelly”?

1.3.1. Problema Principal

- El torcelado lo hacen con unas máquinas que es mayormente manual lo cual consume mucho tiempo en el momento que se realiza el torcelado, es un material esencial para hacer el siguiente proceso de la confección de mantas, sin la lana torcelada no se puede avanzar a lo que sigue como es la confección de mantas, hace falta de una máquina torceladora automática.

1.3.2. Problemas Secundarios

- El tiempo requerido para el torcelado en lana de alpaca es excesivo lo que genera tiempo perdido en el acabado de los pedidos de mantas de alpaca.
- El torcelado manual no es fino y causa molestias a la hora del tejido de la confección de mantas.
- El exceso de personal en el área de torcelado implica pocas ganancias.
- El no terminado de los pedidos que son las mantas de alpaca genera pérdida de clientes.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Diseñar una máquina automática de torcelado y enconado para la microempresa confección de mantas “Nelly” para mejorar la productividad calidad de procesos artesanales hecho de fibras naturales.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de la microempresa “Confección de mantas Nelly”, para generar caminos de mejora en el proceso de torcelado de lana de alpaca.
- Mejorar la calidad del torcelado con uso de la máquina automatizada para obtener un torcelado fino en el tejido final en un tiempo reducido.
- Diseñar una propuesta de automatización para el torcelado de lana, a través de la metodología Karl Ulrich con sus diferentes etapas que son: planeación, diseño a nivel sistema, desarrollo de detalle, prueba y refinamiento.
- Mejorar y calcular cuántos metros de lana necesita en un producto terminado de manta.
- Disponer de lana torcelada con torsión Z y S listo para el tejido que ayudara con las entregas puntuales para satisfacer a nuestros clientes.

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. Justificación Técnica

El hardware de la maquina automatizada tendrá como componente principal el PIC 18F4550 gracias al avance tecnológico en la electrónica cuenta con una tecnología de alta performance muy potencial para realizar proyectos.

Para poder hacer una maquina automática es necesario hacer que se desarrolle cada uno de los pasos que en el momento ejecutan operarios que se encargan en el torcelado con unas máquinas que, si necesitan que funcionen con una persona, eso hace que el trabajo sea demoroso y que no se pueda confeccionar con los hilos de fibras naturales.

1.5.2. Justificación Económica

Para la construcción de la maquina se necesitarán materiales accesibles y el desarrollo del software se utilizarán herramientas de programación fáciles de obtener en el mercado nacional como él (MikroC Pro for Pic v.7.6.0. Proteus última versión), el microcontrolador 18F4550.

La máquina automatizada ayudara al microempresario a mejorar su calidad de producto, será una inversión que aportara mayores ingresos en la microempresa.

1.5.3. Justificación Social

Uno de los objetivos más apreciados por la sociedad en general y las universidades en particular, es la aplicación de los conocimientos teóricos a la creación de máquinas, herramientas o técnicas que se puedan aplicar en la empresa y en la industria a fin de hacer sus operaciones más eficientes y eficaces que ayudaran a la empresa.

La sociedad beneficiada será la población artesana de confección de mantas “Nelly”, ya que cambiará la mentalidad del uso manual del torcelado de lana y disminuir el tiempo del acabado de mantas.

1.6. METODOLOGÍA

Según Julián Gutiérrez (2009, pág. 10) “El método de Karl T. Ulrich abarca todos los campos que intervienen en el desarrollo de un proyecto de diseño, desde el grupo de diseñadores, hasta mercadeo y finanzas. Para el proceso de desarrollo de producto, Ulrich emplea una metodología estructurada fundamentada en cinco fases.

- **Planeación:** se hace la planeación total del proyecto y se obtiene una aprobación que procede al desarrollo del producto.
- **Desarrollo del Concepto:** Se identifican las necesidades del mercado objetivo, se generan y evalúan los conceptos del producto y se seleccionan uno o más conceptos para el desarrollo y para la prueba.
- **Diseño a nivel Sistema:** se define la arquitectura del producto y desglose en este subsistema y componentes. Se define también el esquema de ensamble final para el sistema de producción.
- **Diseño de detalle:** Es la fase donde se construye y se dejan claros los procesos de producción en los cuales se evalúa el diseño.
- **Prueba y Refinamiento:** Involucra la construcción y evaluación de múltiples versiones de producción previas del producto.

1.7. HERRAMIENTAS

Las herramientas que se utilizarán serán de uso por computadora y equipos de fabricación que serán descritas a continuación.

1.7.1. Herramientas de Diseño Asistido por Computadora (CAD)

El término CAD (*Computer Aided Design* o Diseño Asistido por Ordenador) hace referencia a una herramienta software que, mediante el uso del ordenador para crear, modificar, analizar y optimizar planos de dos y tres dimensiones, y manipular de una manera fácil elementos geométricos sencillos. Se trata de herramientas que van más allá del concepto de dibujo o representación gráfica.

En los siguientes puntos se mencionará las diferentes herramientas de diseño asistido por computadora, obteniendo información y concluyendo con el uso de una de ellas.

1.7.1.1. CADe Simu

CADeSIMU. Programa CAD eléctrico que permite insertar distintos símbolos organizados en librerías, que ayuda al trazado de esquemas eléctricos de manera fácil y rápida para posteriormente realizar una simulación.

1.7.1.2. AutoCAD

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía Autodesk, donde Auto hace referencia a la empresa y CAD a diseño asistido por computadora (por sus siglas en inglés *Computer Assisted Design*), teniendo su primera aparición en 1982.

Las herramientas que se usara para el diseño y simulación serán, CADe Simu para el diseño eléctrico del circuito y AutoCAD para el diseño mecánico, esto nos ayudara para la prefabricación de la máquina torceladora.

1.7.2. Herramientas para Armado

- **Sección del Operador:** En esta sección están involucrados los pulsadores, selectores y pilotos que no son otra cosa que operadores eléctricos. Esto se encarga de enviar consignas al equipo de control para que este realice una determinada acción con la consigna. Un pulsador. Es un interruptor y/o habilitador que cuando se oprime permite el paso de la corriente eléctrica y cuando se deja oprimir, lo interrumpe.

Figura 1

Dispositivos de operación



Nota: Tipos de pulsadores para anejo industrial, adaptado de automatización industrial 2018(www.weg.net)

- **PIC 18F4550:** Los microcontroladores existen en gamas de 8 bit y 32. Dentro de la gama más simple de 8 bit se encuentra el microcontrolador PIC18F4550, el cual pertenece a la familia PIC18 MCU. Sus características de memoria de programa, memoria RAM, número de entradas/salidas, número de canales analógicos y tipos de puertos de comunicación han hecho de este PIC uno de los más utilizados para diversas aplicaciones. Jesús (2012; pag.26).
- **Motor trifásico:** Es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Funcionan a través de una fuente de potencia trifásica. Son impulsados por tres corrientes alternas de la misma frecuencia, los cuales alcanzan sus valores máximos de forma alternada. Poseen una potencia de hasta 300KW y velocidades entre 900 y 3600 RPM (Luis 2008).
- **Variador de Frecuencia:** Un variador de frecuencia por definición es un regulador industrial que se encuentra entre la alimentación energética y el motor. La energía de la red pasa por el variador y regula la energía antes de

que ésta llegue al motor para luego ajustar la frecuencia y la tensión en función de los requisitos del procedimiento.

- **RS485:** Es una interfaz estándar de la capa física de comunicación, un método de transmisión de señales, el 1er nivel del modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos). El protocolo RS-485 fue creado para ampliar las capacidades físicas de la interfaz RS-232.

1.8. LIMITES Y ALCANCES

1.8.1. Limites

- Para el control del dispositivo se aplicará el automatizado de la maquinaria, este proyecto se limita al torcelado de lana alpaca y no así al torcelado de la vicuña.
- Para realizar un nuevo proceso se debe reprogramar el microcontrolador para que realice la secuencia requerida

1.8.2. Alcances

- Este proyecto se circunscribe dentro del desarrollo de un diseño de una maquina torceladora que tendrá un sistema hardware/software que pueda torcelar la lana de alpaca y beneficiar al microempresario.
- El microcontrolador puede generar rampas de aceleración, desaceleración con tiempos definidos, frecuencias constantes, y realizar una secuencia específica o proceso en tiempo real, optimizando el desempeño del variador de frecuencia.
- Se construirá una máquina automática que pueda torcelar y enconar al mismo tiempo.
- Se podrá torcelar otro tipo de fibra como lo es el hilo de seda.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

El presente documento muestra los conceptos más relevantes sobre la metodología, métodos y herramientas a utilizar para la elaboración del proyecto, donde los conceptos descritos son consideraciones teóricas del tema de investigación.

2.1. LA ALPACA

Salvat, (1987, p.9) menciona: La alpaca es un animal ungulado con un número par de dedos, son de tamaño variado, de patas largas, cubiertas con una pezuña cornea similar a los camellos afroasiáticos, dentadura reducida, estomago dividido en cuatro compartimientos, rumiantes.

La Alpaca es una especie nativa de los Andes que pertenece a la familia de camélidos sudamericanos, hay cuatro clases y todas viven en las altitudes andinas. La Llama, La Alpaca, El Guanaco y La Vicuña. También es posible distinguir dos sub - razas de Alpacas la Huacayo la más grande y numerosa (90% de todas las Alpacas) que tienen el pelo más ruloroso y el suri de un tamaño menor, pero de un pelo más largo, sedoso y brillante. Salvat (1987 pág. 10)

2.2. LANA DE ALPACA

Según Fao y Oria (2009, p.6) mencionan que:

Existen al menos 23 tonalidades de colores lana de alpaca clasificadas por la industria textil que van desde el blanco puro a tonalidades cremas, marrones, plata, grises y negra La fibra blanca de alpaca se produce principalmente con fines comerciales ya que es fácil de teñir. Se estima que aproximadamente 86% de las alpacas de Bolivia son blancas.

Wang (2003 p. 14). Asume que: la especialización para la producción de lana de las alpacas deriva de un proceso de selección practicado desde épocas precolombinas.

Existen dos razas de alpacas, la Huacaya y la Suri. La alpaca Huacaya se caracteriza por tener un vellón compacto, esponjoso y similar al vellón del ovino que le confiere una apariencia más voluminosa, con fibras finas suaves y onduladas. La alpaca Suri presenta fibras de gran longitud organizadas en rizos colgantes, de un modo similar a los rizos del ovino, lo cual confiere al animal una apariencia angulosa

Wang (2003 pp.16-17) Dentro de la cadena de valor, la fibra pasa al sistema de transformación de la industria textil y es convertida en productos intermedios como tops, hilo y finalmente prendas confeccionadas para su posterior comercialización en el mercado nacional e internacional.

Hablando específicamente del hilo, se debe tener en cuenta las características necesarias que debe cumplir para poder ser aplicado por los diferentes rubros de la confección, entre estas podemos mencionar la:

- Longitud
- Torsión
- Finura

2.2.1. Características de la Lana de Alpaca

2.2.1.1. Longitud

Este es un factor de mucha importancia para el proceso de hilatura ya que este depende el tipo de hilatura a emplearse, en el proceso de industrialización.

En general, la variación de la longitud depende del origen de la fibra en las fibras naturales pueden encontrarse una gran dispersión de un mechón usualmente esta se expresa como coeficiente de variación de longitud, y puede oscilar desde un 40% hasta un 60% (la lana tiene mayor dispersión de sus valores de longitud). Wang (2003, p. 16)

La longitud de la fibra es una característica física muy importante en la manufactura de los hilos tejidos ya que se puede fabricar hilos finos gruesos en función de su

longitud. Del tamaño de las fibras depende de su proceso; es decir el sistema de hilatura y el sistema de hilatura peinada.

La determinación de la longitud de la fibra es un factor muy importante en la hilandería desde el punto de vista técnico, así como conocer una proporción de la fibra corta que contiene un algodón

2.2.1.2. Torsión

La torsión es la operación por la cual se da la cohesión a las fibras básicamente es el número de vueltas que ha recibido el hilo por unidad de longitud. Es de mucha importancia ya que se incluye en la reflexión de la luz por la superficie del hilo o del tejido

2.2.1.3. Finura

Se refiere al grosor de las fibras y determina en gran medida la calidad del producto final, sea hilo o tejido.

Esta característica contribuye al tacto de los tejidos: fibras finas dan al tejido un tacto suave, mayor resistencia, mayor flexibilidad, mejor caída y mejor dobles, aunque una mayor tendencia al pilling³. Las fibras gruesas son rígidas y ásperas, comunican dureza y cuerpo al tejido además de una mayor resistencia al arrugado.

Existen dos razas de alpaca: Huacaya y Suri. La longitud de la fibra oscila entre 150 a 300 mm con una finura de entre 15 a 20 micras (vellón) y 35 a 50 micras (pelo). La densidad de la fibra es 1,31 g/cm³. Su color es blanco, gris marrón o negro.

Según Salvat (1987, pp.13-14) Para resaltar el potencial de la fibra de alpaca para la industria textil y manufacturera, mencionaremos sus principales caras.

- **Durabilidad:** la estructura de la alpaca hace más durable las prendas especialmente después del proceso del lavado.

³ PILLING: Se denomina pilling cuando se forman en la superficie de los tejidos, pequeños nudos o bolitas durante su uso

- **Elasticidad y Resistencia:** la fibra de la alpaca tiene una muy alta calificación en elasticidad siendo la mejor comparación con la lana y otras fibras animales
- **Propiedades Térmicas:** La fibra de alpaca no es considerada un buen conductor de calor porque deja correr el aire y el color del cuerpo es mantenido a la misma temperatura. Esta es la razón por la que las prendas de alpaca pueden ser usadas en todas las condiciones del tiempo.
- **Suavidad:** La estructura de la fibra de alpaca la hace muy suave al tacto y puede ser comprada con la lana en 4 micrones menos.
- **Prestigio:** Junto con la vicuña, Cashimere (lana de cabra), mohair (lana de oveja) y otras fibras animales, la alpaca es considerada como la más exquisita fibra en el mundo de la moda.
- **Aspecto visual:** Especialmente en el tejido de las telas para abrigos con el pelo afuera, la fibra de alpaca tiene un muy suave “look and touch”, mantenimiento el pelo intacto a través del tiempo.

2.3. DISEÑO DE MÁQUINA

El diseño consiste en una secuencia de actividades realizadas para definir completamente una idea, un nuevo sistema o dispositivo. La palabra “definir” se entiende como la generación de todas las descripciones y especificaciones necesarias para el nuevo sistema que se creará. El diseño moderno es un proceso de ingeniería de toma de decisiones, iterativo y complejo. Las necesidades son más complicadas que antes y, por lo general, son mal definidas. Además, se deben tener en cuenta más criterios, tales como el precio, los costos, los tiempos (de introducción del producto, de elaboración del sistema, etc.), la apariencia y la facilidad de manufactura, montaje y mantenimiento. Robert Mont (2006 p.19)

Debido a este tipo de complejidades y presiones, las empresas están adoptando el enfoque de ingeniería concurrente con el fin de mejorar el proceso de diseño. Éste tiene que hacerse bien, en el menor tiempo y teniendo en cuenta todos los criterios necesarios.

La ingeniería concurrente es una estrategia moderna que hace hincapié en la necesidad de diseñar un producto de alta calidad, con el menor esfuerzo, tiempo y costo. Esto se logra mediante el uso de herramientas y técnicas tales como CAD (diseño asistido por computador), CAM (manufactura asistida por computador), sincronización de las actividades relativas al desarrollo de un nuevo producto (mercadeo, diseño, plan de trabajo, preparación de las ventas) y el uso de equipos multidisciplinarios (personas de ventas, de fabricación, de diseño y de mantenimiento, entre otras). Robert Mont. (2006, p. 20)

2.4. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE KARL T. ULRICH

Esta metodología fue elegida porque contiene un completo desarrollo de actividades destinadas al buen desarrollo del producto, debido a que no solo se ve el producto a partir de un solo enfoque como lo hacen la mayoría de las metodologías, esta comprende que cada fase debe contener un desarrollo multidisciplinario.

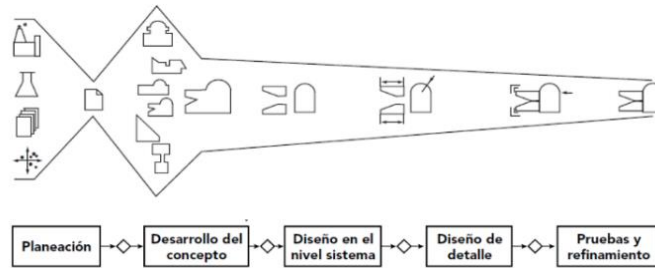
El método de Karl t. Ulrich abarca todos los campos que intervienen en el desarrollo de un proyecto de diseño, desde el grupo de diseñadores, hasta mercadeo y finanzas.

Karl T. Ulrich (2013, p.14) menciona que, en el proceso de desarrollo de un producto, emplea una metodología estructurada fundamentada en fases. Cada fase describe las actividades a desarrollar en los cuatro departamentos que comúnmente existen en una empresa (Mercadeo; diseño; manufactura; departamento de administración y finanzas).

A continuación, mostraremos en la figura (ver la figura 2), las fases que tiene la metodología Karl Ulrich.

Figura 2

Método de diseño por Karl Ulrich



Nota: *Diseño y desarrollo de productos, Quinta edición. Karl t Ulrich Steven D. Eppinger. 2013*

2.4.1. Fase 0. Planeación

Según Karl Ulrich (2013, p.54) En esta fase del proyecto se planea el desarrollo de una máquina torceladora cuyo valor agregado se orienta la optimización del torcelado, la resistencia y desarrollos formales que evidencien un excelente diseño, poniendo a prueba la idea de un material, cuyas aplicaciones inicialmente son escasas en esta clase de productos y que probablemente podría ofrecer una alternativa exitosa para su desarrollo. A partir de esta etapa se genera un anteproyecto que se somete a evaluación y finalmente es aprobado, permitiendo dar inicio con la fase 1.

2.4.2. Fase 1. Desarrollo del concepto

p.73 Es la parte del proyecto en donde se observa la realidad del panorama, se hace un estudio de las marcas y productos sustitutos existentes, que perfiles poseen los usuarios que adquieren el producto, cualidades buscadas en el momento de la adquisición, en que se basan las empresas y microempresas para sacar los productos al mercado y competir con las demás. Para encontrar las respuestas a estas preguntas existen varias herramientas que ayudan a la exploración tanto del usuario como del mercado y del producto.

Tabla 1

Desarrollo del concepto

DESARROLLO DEL CONCEPTO	
Mercadotecnia	<ul style="list-style-type: none">• Recabar necesidades del cliente• Identificar productos competitivos
Diseño	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollar conceptos de diseño industrial• Construir y probar prototipos experimentales
Manufactura	<ul style="list-style-type: none">• Estimar mano de manufactura• Evaluar factibilidad de producción

Nota. Se desarrolla con conceptos de la metodología, adaptado por Karl Ulrich 2013

2.4.3. Fase 2. Diseño a Nivel Sistema

La fase de diseño a nivel sistema, incluye la definición de la arquitectura del producto y la descomposición del mismo, en subsistemas y componentes. Los planes iniciales para el sistema de producción y el esquema de ensamble final para el sistema de producción suelen definirse también durante esta fase. La salida de esta fase por lo general comprende un diseño geométrico del producto, una especificación funcional de cada uno de los subsistemas del producto y un diagrama de flujo preliminar del proceso para el ensamble final. Karl Ulrich (2013, p.74)

Tabla 2

Concepto Diseño a nivel sistema

DISEÑO A NIVEL SISTEMA	
Mercadotecnia	<ul style="list-style-type: none">• Establece un rango posible de precios• Generar arquitecturas de producto.
Diseño	<ul style="list-style-type: none">• Refinar diseño industrial
Manufactura	<ul style="list-style-type: none">• Definir esquema final de ensamble

Nota. Muestra las necesidades que debe cumplir este punto. Adaptado de Karl Ulrich 5ta edición 2013

2.4.4. Fase 3 Diseño de Detalle

Es la fase en donde se construye y se dejan claros los procesos de producción en los cuales se evalúa si el diseño está bien concebido en todo conjunto. La fase de diseño de detalle incluye la especificación completa de la geometría, materiales y tolerancias de todas las partes únicas del producto y la identificación de todas las partes estándar a ser adquiridas de proveedores. Se establece un plan de proceso y se diseña el herramental para cada pieza a ser fabricada dentro del sistema de producción.

La salida de esta fase es la documentación de control del producto, es decir, los dibujos o archivos de computadora que describen la geometría de cada una de las piezas y su herramental de producción, las especificaciones de las piezas compradas, y los planes de proceso para la fabricación y ensamble del producto. Tres problemas de importancia crucial que se consideran mejor en el proceso de desarrollo del producto, pero que se finalizan en la fase de diseño de detalle, son: la selección de materiales, el costo de producción y el desempeño robusto del producto.

Tabla 3

Concepto Diseño de Detalle

DISEÑO DE DETALLE	
Mercadotecnia	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollar cada pieza y mecanismo del producto
Diseño	<ul style="list-style-type: none">• Definir geometría de piezas• Seleccionar materiales
Manufactura	<ul style="list-style-type: none">• Definir procesos de producción de piezas

Nota. Muestra los pasos que se tendrán que proceder en esta fase. Adaptado de Karl Ulrich 5ta edición 2013

2.4.5. Fase 4. Pruebas y Refinamiento

Según Karl Ulrich (20013, p.16) Es la fase en donde se realizan todo tipo de pruebas con el fin de corregir defectos o imperfecciones y observar el desempeño del producto en condiciones reales por parte de los usuarios. Existe una retroalimentación por parte de los usuarios a los diseñadores para corregir los prototipos siguientes hasta llegar a un diseño aprobado. Debido a que el proyecto de grado solo abarca hasta la concepción de un prototipo (Alfa), en esta fase solo se realizaron pruebas de diseño, en base al alcance determinado.

Tabla 4

Concepto pruebas y refinamiento

PRUEBAS Y REFINAMIENTO	
Mercadotecnia	<ul style="list-style-type: none">• Facilitar pruebas de campo
Diseño	<ul style="list-style-type: none">• Probar desempeño confiabilidad y durabilidad general.• Implementar cambios de diseño.
Manufactura	<ul style="list-style-type: none">• Refinar procesos de fabricación y ensamble.

Nota. Muestra las pruebas que se proceden a hacer a la maquina según la metodología.

Adaptado de Karl Ulrich 5ta edición 2013

2.5. TORCELADO –TORSIÓN

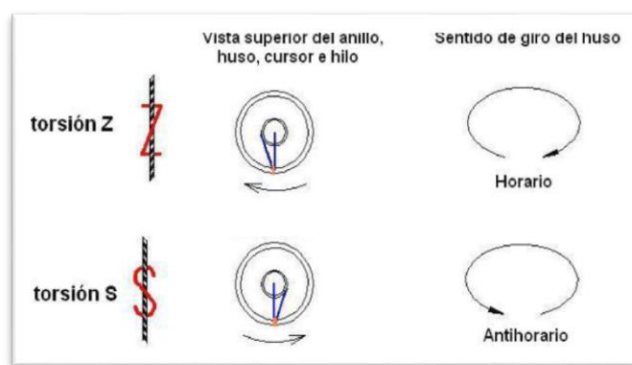
López y Pérez (2009, pp.28-29) El torcelado o torsión es un proceso que tiene como principales fines de unir la lana entre sí, obteniendo la lana más resistente, rígidos de consistencia, aumentar su apariencia y seguridad uniforme aplicando una determinada torsión, haciéndolos girar sobre su propio eje.

Los filamentos después de ser retorcidos se colocan más o menos en forma de espirales en el haz de la lana. Un filamento en un momento dado se encuentra al exterior del haz en otro momento en el interior. Si se retuerce un cabo, se llama

retorcido de hilo sencillo. Si se retuerce más cabos se llama cablear o retorcido doblado. En este caso los cabos pueden ser compuestos de hilos con o sin torsión. El objetivo más importante para retorcer la lana, es la protección que da la torsión a los filamentos. Por lo tanto, los filamentos son menos vulnerables, debido a la mejor cohesión existente entre ellos. Logrando de esta manera resistir a los procesos posteriores de tejido.

Figura 3

Sentido de torsión del hilo



Nota: Sentidos de giro de hila para su torsión Adaptado de López y Pérez (2009, p.31)

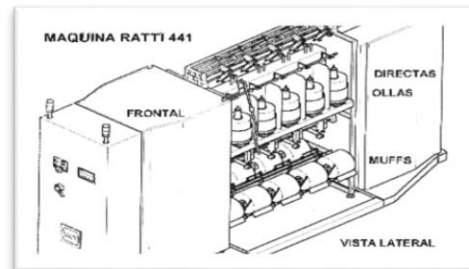
Tipos de torsiones

López y Pérez (2009, p.29) Además, se esconde hasta un cierto grado los filamentos rotos. En algunos casos una torsión aumenta la resistencia, aunque sobre él límite superior de un cierto número de vueltas por metro la resistencia se baja. Al conferir torsión al hilo mejoran ciertas propiedades como: volumen y elongación.

Carvajal (2008, p.58) La maquinaria disponible para Retorcer se la conoce como RATTI de doble torsión las cuales tienen los siguientes elementos por donde recorre la lana hasta producir la torsión.

Figura 4

Torceladora de hilos Rattiti 441



*Nota: maquina industrial de torcelado de hilos adaptado por Carvajal (p.58)
Industrialización 2008*

2.5.1. Conjunto Tensor

Según Carvajal (2008, p.59) podemos mencionar que el conjunto de tensor está formado por unos pequeños elementos que son:

- a) Módulos (piezas cerámicas)
- b) Esferas (bolas de acero)
- c) Cúpula

El conjunto tensor tiene la función de regular la tensión y evitar grandes picos de tensión.

2.5.2. Olla o Pote

Según Carvajal (p.59) podemos decir que: se deposita la unidad alimentada o directa de texturizado la misma que va sujeta en un huso que recibe la velocidad de una banda que es encargada de dar el número de r.p.m. que es una variable directamente relacionada con la torsión final del hilo.

2.5.3. Rodillo Sobre Alimentador

Según Carvajal (p.59) Son tubos cilindros se colocan en los brazos porta núcleos oscilantes, que puede también girar en grandes velocidades y que está equipado con un mecanismo individual. Su función principal es sobrealimentar de forma

constante la misma cantidad de lana al rodillo V4 o embobinado a la vez nos determina la dureza del paquete (producto Retorcido).

2.6. TIPOS DE TORSIÓN

López y Pérez (2009, pp.31-32) Mencionan que Se distinguen dos tipos de torsión que son: torsión S y torsión Z. El grado de torsión se define por el número de vueltas por unidad y longitud.

Vueltas por metro (v/m) ó T.P.M

El número de vueltas y sentido depende del uso final de lana retorcido y la demanda del cliente. El número de vueltas también depende del decitex de la lana.

Para determinar si la lana con distintos decitex (diámetro) tiene una torsión comparable se introdujo el ángulo de torsión o también llamado coeficiente de torsión.

2.6.1. Sistema de Torsión

2.6.1.1. Retorcido Sin Huso

La bobina no se mueve y la torsión se obtiene por el hilo, gira en el punto donde el hilo adquiere torsión al devanar el hilo girando sobre su propio eje.

La dirección de la torsión se cambia, si se cambia el lado donde se devana el mismo proceso se produce si se embobina el hilo en esta forma. (López y Pérez, 2009, p.32).

2.6.1.2. Doble Torsión

La doble torsión significa que por cada vuelta de huso tenemos 2 torsiones en el hilo la primera vuelta de torsión se da desde la cúpula hasta ingresar al plato giratorio hasta el guía hilos

2.6.2. Proceso de Retorcer Poliamida en la Máquina

Las directas provenientes del Texturizado se colocan en las ollas de la torcedora, el hilo pasa por el conjunto tensor, para formar la reserva en el plato giratorio de la olla, dicha reserva debe ser de $\frac{3}{4}$ la circunferencia del plato giratorio, para evitar diferencias de tensión y roturas. López y Pérez (2009, p.32)

Luego el hilo es arrastrado por el rodillo V1 que dispone de bandas casa blanca, para después ser alimentado a las cajas fijadoras, a una temperatura de 160°C, posteriormente el hilo es recogido por el rodillo V2 el que determina la sobrealimentación del hilo a enrollarse en el V4; La sobrealimentación es muy importante ya que determina la dureza del paquete la misma que debe ser la adecuada. López y Pérez (2009, p.33)

2.7. ENCONADO

El objeto de enconar es: Producir hilos en paquetes adecuados para su uso posterior donde los clientes, adicionando un porcentaje de avivaje para facilitar el deslizamiento en los procesos posteriores. Carvajal (2008, p.61)

- Enconando varios paquetes pequeños a un paquete grande (razón económica).
- Embobinado en resortes (razón técnica)

2.8. AUTOMATIZACIÓN

En un contexto industrial se puede definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos-eléctricos basados en computadoras para controlar y monitorear un proceso, maquina, aparato o dispositivo que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana.

Al respecto Velezmoro (2001 p.56) define a la automatización como "la mecanización de un sistema de tal forma que puede ser operado, regulado y operado sin la intervención del hombre" a fin de lograr mantenimiento de la calidad

del producto, aumento de la seguridad en el proceso, reducción de costos operativos y mejora de la producción.

Según González (2006) describe a la automatización como: “teorías y tecnologías para sustituir el trabajo del hombre por el de la máquina. Mecanismo de *feedback*”.

2.8.1. Objetivos de la Automatización

Según Almazan (2008) la automatización tiene los siguientes objetivos:

- Mejorar la productividad de la empresa reduciendo los costos de producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

2.8.2. Clases de Automatización

De acuerdo a Pérez, (2013, p.18) existen tres clases muy amplias de automatización industrial las cuales son automatización fija, automatización programable y automatización flexible.

- La automatización fija se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto y por lo tanto es adecuada para diseñar equipos especializados para procesar el producto (o un componente de un producto) con alto rendimiento y con elevadas tasas de producción.

Cuando se cambia de un producto a otro, es necesaria la puesta a punto manual de todo el equipo, de acuerdo con la forma, las dimensiones y las operaciones de las

partes. Es decir, se debe tener en cuenta el cambio de herramientas, de utillajes y ajuste de topes.

Entre los sistemas de automatización fija se encuentran las líneas de mecanizado y las máquinas o líneas de transferencia. En las líneas de mecanizado el producto se mueve a lo largo de transportadores mecánicos, pero las estaciones de trabajo, que se encuentran a lo largo de los mismos, son operadas manualmente. En las máquinas o líneas de transferencia, las partes se transportan automáticamente de una operación a la siguiente por medio de una mesa rotativa o de un transportador como se ve en las figuras 2a y 2b. Pérez (2013 p.19)

Un buen ejemplo de la automatización fija puede encontrarse en la industria del automóvil, en donde líneas de transferencia muy integradas constituidas por varias decenas de estaciones de trabajo se utilizan para operaciones de mecanizado en componentes de motores y transmisiones. La economía de la automatización fija es tal que el costo de los equipos especiales puede dividirse entre un gran número de unidades y los costos unitarios resultantes son bajos en relación con los métodos de producción alternativos.

El riesgo encontrado en la automatización fija es que, al ser el costo de inversión inicial elevado, si el volumen de producción resulta ser más bajo que el previsto, los costos unitarios se harán también más grandes que los considerados en las previsiones y es probable que el equipo quede obsoleto. Para productos con corto ciclo de vida, el empleo de la automatización fija representa un gran riesgo.

- La automatización programable se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producto a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto. Esta adaptación se realiza por medio de un programa (Software). El programa se introduce por lectura en el equipo de producción y este último realiza la secuencia particular de operaciones de procesamiento (o montaje) para obtener el producto. En términos de

economía, el costo del equipo programable puede repartirse entre un gran número de productos aun cuando sean diferentes. Pérez (2013 p.19)

El torno de control numérico es un ejemplo de automatización programable. Se diseñó para adaptar las variaciones en la configuración de los productos. Su principal aplicación se centra en volúmenes de producción medios de piezas sencillas y en volúmenes de producción medios y bajos de piezas complejas. Otro 22 de los ejemplos más importantes de automatización programable es el control numérico en la fabricación de partes metálicas. El control numérico (CN) es una forma de automatización programable en la cual el equipo de procesado se controla mediante números, letras y otros símbolos. Estos números, letras y símbolos están codificados en un formato apropiado para definir un programa de instrucciones para desarrollar una tarea concreta. Cuando la tarea en cuestión cambia, se cambia el programa de instrucciones. La capacidad de cambiar el programa hace que el CN sea apropiado para volúmenes de producción bajos o medios, dado que es más fácil escribir nuevos programas que realizar cambios en los equipos de procesado.

- La automatización flexible es una extensión de la programable que se ha desarrollado durante las últimas décadas a la par de los sistemas computacionales y de la tecnología de la automatización. La automatización flexible es más adecuada para un rango de producción medio. Además de su capacidad para trabajar diferentes secuencias de operaciones en forma automática, permite la fabricación continua de mezclas variables de productos, con tiempos de preparación y cambio de herramientas prácticamente nulos al pasar de un producto a otro. Pérez (2013 p.21)

Otros términos utilizados para la automatización flexible son los sistemas de manufactura flexible (FMS) y los sistemas de fabricación integrados por computadora (CIM). El concepto de automatización flexible sólo se desarrolló en la práctica en los últimos quince o veinte años. Los sistemas flexibles tienen algunas de las características de la automatización fija y de la programable y suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo que están interconectadas por un sistema de almacenamiento y manipulación de materiales. Una computadora

central se utiliza para controlar las diversas actividades que se producen en el sistema, encaminando las diversas piezas a las estaciones adecuadas y controlando las operaciones programadas en las diferentes estaciones.

2.9. PIC 18F4550

Según Reinoso, Sánchez (2018, p. 22) El PIC18F4550, es uno de los más difundidos por sus altas prestaciones y recursos que dispone. Tiene 40 pines con 5 puertos numerados A, B, C, D y E. Cada puerto puede estar formado hasta con 8 líneas que se pueden configurar como entradas o salidas digitales. Además, cada línea tiene más de una función.

2.9.1. Registros de los puertos

Cada puerto tiene tres registros para su funcionamiento. Estos registros son:

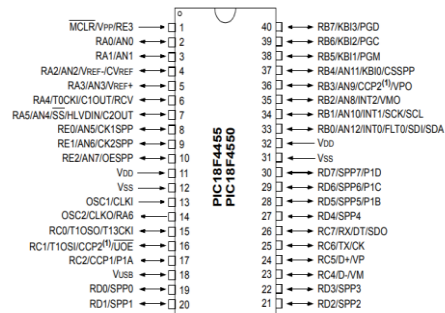
- **Registro TRISx.** Registro de la dirección de datos. El compilador CCS utiliza la instrucción TRISx para definir al puerto como salida (TRISx = 0) o como entrada (TRISx= 1).
- **Registro PORTx.** Lee los niveles en los pines del dispositivo. Los datos existentes en los pines son leídos a través del registro PORT. El compilador CCS a través de la instrucción PORTx escribe datos al puerto respectivo.
- **Registro LATx.** Latch de salida. Registro latch o cerrojo, almacena los estados lógicos que van a sacar las líneas de salida. No existe ninguna instrucción del compilador CCS asociada con el registro LAT.

Según Reinoso, Sánchez (2018, p.23) Cada pin de los puertos que sea de entrada/salida tiene incorporado una línea al registro PORT, LAT y TRIS. La letra x en TRISx, PORTx y LATx corresponde al nombre del puerto usado (A, B, C, D, E).

El microcontrolador PIC18F4550 es un circuito integrado programable capaz de controlar tareas las veces que se desee gracias a la memoria flash de alta resistencia, el microcontrolador cuenta con 8bits, 48 MHz, 32KB, 2 KB, 40 pines y pertenece a la familia de microcontroladores PIC18. A continuación se muestra en la figura 5

Figura 5

Microchip 18F4550 estructura datasheet



Nota: programación de microcontroladores adaptado por Universidad de las fuerzas armadas, manual de microcontroladores (p. 26) 2018

2.9.3. Principales características PIC18F4550

Reinoso, Sánchez (2018, p.25) Indudablemente la familia más numerosa de Microcontroladores PIC de gama media de la familia son los PIC16, en sus diferentes series y tecnologías son las más utilizadas y exitosas. Una de las series más famosas han sido los PIC de 18 pines como son el PIC16F84, PIC16F627A, PIC16F628A y actualmente el PIC16F88. Los micros de 40 pines el más destacado ha sido el PIC16F877 que está siendo reemplazado por la versión mejorada del PIC16F887. De acuerdo a las hojas de datos proporcionados por Microchip, las características generales que presenta esta gama son:

- Microcontrolador con módulo USB especificación 2.0. Soporta Low speed 1.5Mb/s y full speed 12Mb/s. 32 endpoints (16 bidireccionales). 1kB de memoria de doble acceso para el USB
- Hasta 35 pines I/O disponibles
- Memoria de programa flash de 32 Kbyte
- RAM de 2048 Bytes
- EEPROM de datos de 256 Bytes
- Velocidad de la CPU 12 MIPS
- Oscilador externo hasta 48 MHz

- Oscilador interno seleccionable entre 8 frecuencias desde 31kHz hasta 8MHz
- Opciones de oscilador dual permiten que la velocidad de la CPU y del módulo USB sean diferentes
- ADC de 10 bits y 13 canales
- Tecnología nano Watt que brinda características y funciones de bajo consumo y ahorro de energía
- Voltaje de operación 2V a 5.5V
- 2 módulos de captura/comparación/PWM
- 1 timer de 8 bits y 3 de 16 bits
- EUSART, SPP, SPI, I²C.
- 20 fuentes de interrupciones (3 externas)
- Resistencias de pull-ups en el puerto B programables
- Función del pin MCLR opcional
- Brown-out Reset de valor programable
- Power-on Reset
- Power-up Timer y Oscillator Start-up Timer
- Soporta 100,000 ciclos de borrado/escritura en memoria flash
- Soporta 1,000,000 ciclos de borrado/escritura en memoria EEPROM
- Retención de datos mayor a 40 años
- Protección de código y datos programable
- Encapsulado DIP de 40 pines
- Peso bruto: 0.267 g
- Rango de temperatura: -40 hasta 85 ° C

2.9.2. Memoria de programa

El Pic 18F4550 cuenta con una memoria de programa de 32K (32768 bytes). Es una memoria tipo Flash. Esta memoria es la que se encarga de almacenar las instrucciones, constantes y datos. La podemos escribir o leer con un programador externo o en ejecución. Reinoso, Sánchez (2018, p.23)

2.9.4. Memoria de EEPROM

Según Hernandez (2012, p.11) Las computadoras y otros tipos de sistemas digitales requieren el almacenamiento permanente o temporal de un gran número de datos binarios. Los sistemas basados en microprocesadores necesitan de la memoria para almacenar los programas y datos generados durante el procesamiento y disponer de ellos cuando sea necesario.

Las modernas técnicas de circuitos integrados permiten combinar miles e incluso millones de puertas dentro de un solo encapsulado. Esto ha llevado a la fabricación de diseños más complejos como los dispositivos lógicos programables, memorias y microprocesadores, que proporcionan dentro de un solo chip circuitos que requieren gran cantidad de componentes discretos. Hernandez (2012, p.11)

Las memorias son dispositivos de almacenamiento de datos binarios de largo o corto plazo. La memoria es un componente fundamental de las computadoras digitales y está presente en gran parte de los sistemas digitales. La memoria de acceso aleatorio (RAM, random access memory) almacena datos temporalmente, la memoria de solo lectura (ROM, Read only memory) los guarda de manera permanente. La ROM forma parte de un grupo de componentes llamados dispositivos lógicos programables. Hernandez (2012, p.11)

Tabla 5

Tipos de memorias programables

Sigla	Descripción
ROM	Memoria de solo lectura
PROM	Memoria de lectura programable
EPROM	Memoria de lectura programable y borrrable
EEPROM	Memoria de lectura eléctricamente programable y borrrable

Nota. *tipos de memorias programables adaptado por Hernandez (2012, p.13)*

2.9.5. Temporizadores de 8 bits

El Timer0 se puede utilizar como temporizador/contador de 8bits o 16bits, cuando trabaja con el reloj interno del pic18f4550 se llama temporizador y cuando trabaja con pulsos que recibe de forma externa a través del pin RA4/T0CKI trabaja como contador. Hernandez (2012, p.13)

El módulo **Temporizador/Contador** presenta las siguientes características

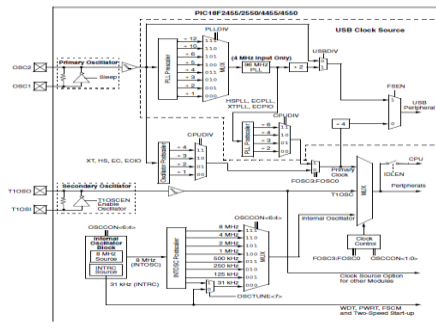
- Registro **Contador** de **8bits** o **16bits seleccionable** por Software.
- Ambos registros de **Lectura/Escritura**.
- 8 Bits dedicados al **Prescaler** programable por **Software**.
- Fuente de Reloj **Interno** o **Externo** (Seleccionable por Software).
- **Flanco** seleccionable del reloj **Externo**.
- **Interrupción** por **desbordamiento**.

2.9.6. Temporizador Perro Guardián (WATCHDOG)

Hernandez (2012, p.11) El perro guardián es un temporizador conectado a un oscilador RC completamente independiente dentro del microcontrolador. Si el perro guardián está habilitado, cada vez que cuenta hasta el máximo valor en el que ocurre el desbordamiento del registro se genera una señal de reinicio del microcontrolador y la ejecución de programa inicia en la primera instrucción. El punto es evitar que eso ocurra al utilizar el comando adecuado. La idea se basa en el hecho de que cada programa se ejecuta en varios bucles, más largos o cortos. Si las instrucciones que reinician el temporizador perro guardián se colocan en lugares estratégicos del programa, aparte los comandos que se ejecutan regularmente, el funcionamiento del perro guardián no afectará a la ejecución del programa. Si por cualquier razón (con frecuencia por los ruidos eléctricos) el contador de programa “se queda atrapado” dentro de un bucle infinito, el valor del registro continuará aumentado por el temporizador perro guardián alcanzará el máximo valor, el registro se desbordará y, ocurre el reinicio y el programa será ejecutado desde el principio.

Figura 6

Estructura de un microcontrolador



Nota: Modo de operación de un microchip adaptado por Universidad de las fuerzas armadas, manual de microcontroladores (p. 28) 2018

2.10. SENSORES

Según Nestel (2000, p. 63) Un sensor es un dispositivo que mide una cantidad física y la convierte en una señal que puede ser leída por un observador o por un instrumento, por ejemplo, un termómetro de mercurio convierte la temperatura medida en una expresión y contracción de un líquido que puede ser leída en un tubo de vidrio calibrado.

2.10.1. Clasificación de errores de medición.

Un buen sensor obedece las siguientes reglas:

- Es sensitivo a la propiedad medida
- Es sensitivo a cualquier otra propiedad
- No influye en la propiedad medida

Los sensores ideales son diseñados para que sean lineales. La señal de salida de tal sensor es linealmente proporcional al valor de la propiedad medida. La sensibilidad es definida como la relación entre la señal de salida y la propiedad medida. Nestel (2000, p. 64)

2.10.2. Desviaciones de Sensor

Si el sensor no es ideal, se pueden observar varios tipos de desviaciones:

- La sensibilidad puede diferir en la práctica del valor especificado. Esto es llamado un error de sensibilidad, pero el sensor es todavía lineal.
- Si la desviación es causada por un cambio rápido de la propiedad medida, hay un error dinámico. A menudo anotado como un porcentaje del rango completo.
- El ruido es una desviación aleatoria de la señal que varía en el tiempo.
- Si el sensor tiene una salida digital, la salida es esencialmente una aproximación de la propiedad medida. El error de aproximación es también llamado error de "digitalización".
- El sensor puede extender la sensibilidad a propiedades diferentes a la propiedad que está siendo medida.

Todas estas desviaciones pueden ser clasificadas como errores sistemáticos o errores aleatorios. Los errores sistemáticos pueden a veces ser compensados mediante alguna clase de estrategia de calibración. El ruido es un error aleatorio que puede ser reducido por el procesamiento de señales, tales como el filtrado, usualmente al costo del comportamiento dinámico del sensor. Nestel (2000, p. 65)

2.10.3. Tipos de Sensores

Elementos que convierten magnitudes físicas en magnitudes eléctricas, que luego son transferidas a la parte de mando, para así conocer el estado del sistema (Ruedas, 2008, p.11)

Tabla 6

Tabla de sensores

TIPOS	APLICACIONES
<ul style="list-style-type: none">• Inductivos	<ul style="list-style-type: none">• Presencia
<ul style="list-style-type: none">• Capacitivos	<ul style="list-style-type: none">• Nivel
<ul style="list-style-type: none">• Ópticos	<ul style="list-style-type: none">• Presión
<ul style="list-style-type: none">• Magnéticos	<ul style="list-style-type: none">• Temperatura
<ul style="list-style-type: none">• Ultrasónicos	<ul style="list-style-type: none">• Flujo

Nota. Muestra tipos de sensores y las funciones que tiene cada una de ella. editado en base a (Ruedas,2008, p.11)

2.10.4. Sensores Inductivos

Fernández (2005, p 68) Los sensores de proximidad inductivos utilizan detección sin contactos y circuitos de estado sólido para asegurar la durabilidad en los ambientes más agresivos, no existe energía mecánica que haga que el sensor cambie de estado, el sensor de proximidad depende de la energía eléctrica para cambiar el estado.

Cuando la tensión se convierte en información a menudo, la inducción pasa a ser importante, los sensores inductivos detectan objetos metálicos en áreas de exploración generalmente muy pequeñas el diámetro del sensor es el factor decisivo para la distancia de conmutación, que con frecuencia es de solo unos milímetros, por otra parte, los sensores inductivos son rápidos, precisos y extremadamente resistentes.

Figura 7

Sensor inductivo Magnético



Nota: sensor inductivo magnético, calcula rpm de un motor, adaptado de (Javier Rubio, 2013) *Conociendo sensores*

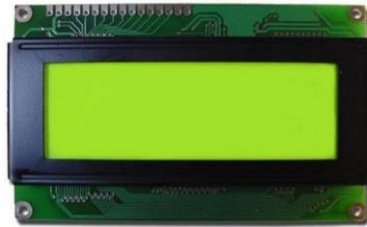
2.11. PANTALLA LCD

Las pantallas de cristal líquido LCD o display para mensajes (Liquid Cristal Display), tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico, permitiendo representar la información que genera cualquier equipo electrónico de una forma fácil y económica.

La pantalla consta de una matriz de caracteres (normalmente de 5x7 o de 5x8 puntos) distribuidos en una dos, dos, tres o cuatro líneas de 16 hasta 40 caracteres de cada línea. En Módulos LCD [Poscald]
<http://www.com/Products/SLCD/2x16LCDovervlew.html> 04/10/2011

Figura

LCD 4x 20



Nota. Muestra de la pantalla lcd 20x4. Adaptado de "Pantalla Lcd 20x4", Ramdal.
www.Rambal.com

Las características generales de un módulo LCD 16x2 son las siguientes:

- Consumo muy reducido del orden de 7.5mW.
- Pantalla de caracteres ASCII, además de los caracteres japoneses Kanji, caracteres de griegos y símbolos matemáticos.
- Desplazamiento de caracteres por línea de pantalla, Visualizándose 16 caracteres por línea.
- Movimientos del cursor y cambio de su aspecto
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres
- Alimentación de 5v

2.12. VARIADOR DE FRECUENCIA

Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: *Variable Frequency Drive* o bien AFD Ajustable *Frequency Drive*) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

Piñero. (2015) dice que: “Los variadores son convertidores de energía encargados de modular la energía que recibe el motor. Otra definición sería, los variadores de velocidad son dispositivos que permiten variar la velocidad y la acopla de los motores asíncronos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables” (p.8).

Los variadores de velocidad son dispositivos electrónicos que permiten variar la velocidad y la cupla de los motores asíncronos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables (p.9).

Se utilizan estos equipos cuando las necesidades de la aplicación sean:

- Dominio de par y la velocidad
- Regulación sin golpes mecánicos
- Movimientos complejos
- Mecánica delicada

Ventajas de la utilización del Variador de Velocidad en el arranque de motores asíncronos

- El variador de velocidad no tiene elementos móviles, ni contactos.
- La conexión del cableado es muy sencilla.
- Permite arranques suaves, progresivos y sin saltos.
- Controla la aceleración y el frenado progresivo.
- Limita la corriente de arranque.

- Permite el control de rampas de aceleración y deceleración regulables en el tiempo.
- Consigue un ahorro de energía cuando el motor funcione parcialmente cargado, con acción directa sobre el factor de potencia
- Puede detectar y controlar la falta de fase a la entrada y salida de un equipo. Protege al motor.
- Puede controlarse directamente a través de un autómatas o microprocesador.
- Se obtiene un mayor rendimiento del motor.
- Nos permite ver las variables (tensión, frecuencia, rpm, etc...).

2.12.1. Tipos de Variadores de Velocidad

Los más generales, se puede decirse que existen tres tipos básicos de variadores de velocidad: mecánicos, hidráulicos y eléctrico-electrónicos, siendo este último de interés para el tema propuesto. Mansilla, (2011 p.5)

2.12.1.1. Variadores Eléctrico-Electrónicos

Mansilla, (2011) dice que: “Los variadores eléctrico-electrónicos incluyen tanto el controlador como el motor eléctrico, sin embargo, es práctica común emplear el término variador únicamente al controlador eléctrico” (p.5).

Los primeros variadores de esta categoría emplearon la tecnología de los tubos de vacío. Con los años después se han ido incorporando dispositivos de estado sólido, lo cual ha reducido significativamente el volumen y costo, mejorando la eficiencia y confiabilidad de los dispositivos.

Existen cuatro categorías de variadores de velocidad eléctrico-electrónicos

- variadores para motores de DC.
- variadores de velocidad por corrientes de Eddy.
- variadores de deslizamiento.

- Variadores para motores de CA (también conocidos como variadores de frecuencia)

2.12.2. Aplicación para el Variador Control Remoto para el Enconado

El variador "Control remoto", nos indica que es un "control a distancia" y el variador cuenta con esta capacidad, a través de unos cables conectados a sus terminales se podría tranquilamente controlar al variador por medio de interruptores, pulsadores, sensores, relay, etc. simulando a través de ellos la acción de presionar las teclas o girar el potenciómetro que trae consigo el variador, de esta forma el variador deja de ser controlado por una persona y pasa a ser controlado por un proceso el cual lo llamara y hará uso de sus capacidades cuando sea necesario para que el proceso.

Figura 8

Variador de Frecuencia weg CFW 10 ½ Hp



Nota: variador de frecuencia, controla la velocidad del motor, adaptado de manual de usuario de variador de frecuencia Salicru edit. 2015, p.27

2.12.3. Aplicación del Protocolo Modbus en el variador

El protocolo Modbus del variador es modo RTU y la capa física es RS485 a 2 hilos.

2.11.3.1 RS485 a 2 hilos

López (2012, p.5) La interface a 2 hilos RS485 trabaja en semi dúplex y su señal de datos aplica transmisión diferencial, que también se llama transmisión equilibrada. Utiliza pares trenzados, donde uno de ellos se define como A (+) y el otro se define como B (-). Generalmente, si el nivel eléctrico positivo entre A y B está entre

+2~+6V, la lógica es un “1”, si el nivel eléctrico está entre -2V~-6V; la lógica es un “0”.

El estándar RS-485 define un bus para la transmisión serie multipunto, donde, en un instante, puede haber un equipo transmitiendo y varios recibiendo. La comunicación es semiduplex, de forma un equipo puede enviar y recibir, pero no a la vez. El cableado básico consiste en un par de hilos de cobre trenzados sobre el que se transmite una señal diferencial para enviar los bits de datos, que es bastante inmune a las interferencias y admite largas distancias. Además del par trenzado para datos, pueden usarse líneas de 0V y 5V para alimentar dispositivos del bus. Los bits se transmiten mediante una trama asíncrona. López (2012, p.6)

La velocidad de transmisión de la comunicación significa el número de bits binarios por segundo. La unidad en la que se expresa es bit/s (bps). Cuanto más alto sea el valor de la velocidad de transmisión, más rápida será ésta, pero el sistema también se verá afectado en mayor medida por las interferencias. Si se utiliza un par de cables trenzados de 0.56mm² (24AWG) como cables de comunicación, la distancia máxima de transmisión es como sigue:

Tabla 7

Distancia máxima de transmisión

Velocidad de transmisión (BPS)	Max. distancia transmisión (m)	Velocidad de transmisión (BPS)	Max. distancia transmisión (m)
2400	1800	9600	800
4800	1200	19200	600

Nota. Muestra las distancias de transmisión de comunicación, adaptado de comunicación Serial RS 485. Adaptado de

Se recomienda utilizar cables apantallados y utilizar la pantalla como cable de tierra durante la comunicación remota RS485.

En el caso de que nos encontremos con menos equipos y distancias más cortas, se recomienda utilizar una resistencia terminal de 120Ω, ya que, aunque la red pueda funcionar sin esta resistencia, sin ella, el rendimiento será peor.

Figura 9

Variador de frecuencia ¼ hp



Nota: Variador de frecuencia que ayudara a medir las velocidades de un motor, adaptado de manual de usuario de variador de frecuencia Salicru edit. 2015, p.28

2.12.3.2. Modo RTU

Si el controlador se ajusta para comunicar en modo RTU en una red Modbus, cada byte de 8 bits del mensaje incluye dos caracteres hexadecimales de 4 bits. Comparado con el modo ACSII, en este modo se pueden enviar más datos con la misma velocidad de transmisión.

A) Sistema de codificación

- 1 bit de inicio
- 7 o 8 bits digitales, el bit válido mínimo se puede enviar en primer lugar. Cada trama de 8 bits incluye dos caracteres hexadecimales (0 ... 9, A ... F)
- 1 bit de comprobación de paridad (par/impar). Si no hay comprobación, el bit de comprobación de paridad es inexistente
- 1 bit de fin (con comprobación), 2 Bit (sin comprobación)

B) Campo de detección de error

El formato de los datos se muestra a continuación:

Trama de caracteres de 8bits (BIT1~BIT8 son los bits digitales)

Bit inicio	BIT1	BIT2	BIT3	BIT4	BIT5	BIT6	BIT7	BIT8	Bit comprobación	Bit final
------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------------------	-----------

Trama de caracteres de 8 bits (BIT1~BIT7 son los bits digitales)

Bit inicio	BIT1	BIT2	BIT3	BIT4	BIT5	BIT6	BIT7	Bit comprobación	Bit final
------------	------	------	------	------	------	------	------	------------------	-----------

En una trama de caracteres, el bit digital toma efecto. El bit de inicio, el bit de comprobación y el bit final se utilizan para enviar los bits digitales de forma correcta a los otros equipos. En una aplicación real, el bit digital, la comprobación par/impar y el bit final se deben establecer como el mismo. El tiempo mínimo de inactividad de Modbus entre tramas no debe ser inferior a 3,5 bytes. Un equipo de la red está detectando al bus de red 124 - 164 Protocolo de comunicación incluso durante este intervalo de tiempo. Cuando se recibe el primer campo (el campo de dirección), el equipo correspondiente descodifica el siguiente carácter de transmisión. Cuando el intervalo de tiempo es de al menos 3,5 bytes, el mensaje finaliza.

Una trama de mensajes en modo RTU es un flujo continuo de transmisión. Si existe un intervalo de tiempo (más de 1,5 bytes) antes de completar la trama, el dispositivo receptor renovará el mensaje incompleto y supondrá el siguiente byte como el campo de dirección del nuevo mensaje. Si el nuevo mensaje sigue al anterior dentro del intervalo de tiempo de 3,5 bytes, el dispositivo receptor lo tratará como si fuera el mismo mensaje anterior. Si estos dos fenómenos ocurren durante la transmisión, el CRC generará un mensaje de fallo para responder a los equipos emisores.

2.13. COMUNICACIÓN SERIAL

2.13.1. Protocolo Serial Asíncrono RS-232

La Norma RS-232 fue definida para conectar un computador a un modem. Un dispositivo denominado USART (Transmisor Receptor Asíncrono Serial Universal) se encarga de la conversión Serial/Paralelo y Paralelo/Serial de los datos. Para conectar dos microcontroladores por el puerto serie tan solo se requieren las señales de Transmisión (Tx), Recepción (Rx) y Tierra (GND). Previamente se debe acordar que ambos dispositivos transmitirán datos a la misma velocidad (Baudios=bit/seg). La velocidad es inversamente proporcional a la distancia de

comunicación entre dispositivos. Un valor típico de velocidad es el de 9600 Baud que permite distancias de hasta 15 metros. Los valores estándar de comunicación son: 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 o 115200 bauds.

Previa la comunicación la línea de transmisión se encuentra en estado de reposo con un nivel lógico 1. La secuencia de envío de datos es la siguiente:

- Un bit de Start (Inicio): Este bit tiene siempre el valor lógico 0
- Bits de Datos (comenzando con el bit de menor peso). El número de bits de datos puede ser 5,6,7,8 o 9
- Bit de Paridad contabiliza el número de Unos para la detección de errores. La paridad puede ser:
 - Even (Par): El número de Unos de los Bits de Datos incluyendo al Bit de Paridad debe ser Par
 - Odd (Impar): El número de Unos de los Bits de Datos incluyendo al Bit de Paridad debe ser Impar
 - Space (Espacio): El bit de Paridad se llena siempre con un Cero
 - Mark (Marca): El bit de Paridad se llena siempre con un Uno
 - None (Ninguno): No se incluye el bit de Paridad
- Bits de Stop (Parada): Indica la conclusión de un paquete de datos. Siempre tiene el valor lógico 1 y puede tener una longitud de 1, 2 o 1 ½ bits.

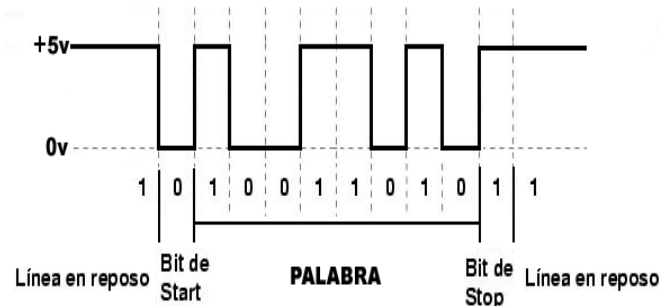
Las comunicaciones seriales con microcontroladores tienen los siguientes parámetros:

- 1 bit de Start (Siempre 0)
- 8 bits de Datos (b0, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7)
- 1 bit de Stop (Siempre 1)
- Paridad: None

En esta figura se puede ver un ejemplo de la transmisión del dato binario (10011010).

Figura 10

Transmisión serial



Nota. Muestra ejemplo e transmisión de dato binario.

2.13.2. RS-485

Cuando se necesita transmitir a largas distancias o con más altas velocidades que RS-232, RS-485 es la solución. Utilizando enlaces con RS-485 no hay limitación a conectar tan solo dos dispositivos. Dependiendo de la distancia, velocidad de transmisión y los circuitos integrados que utilizemos, se pueden conectar hasta 32 nodos con un simple par de cables.

2.13.3. Ventajas de RS-485

Según López (2012, p.5) Menciona la interface tiene muchas ventajas con respecto a RS 232, entre las cuales se mencionan:

- Bajo costo Los Circuitos Integrados para transmitir y recibir son baratos y solo requieren una fuente de +5V para poder generar una diferencia mínima de 1.5v entre las salidas diferenciales. En contraste con RS-232 que en algunos casos requiere de fuentes dobles para alimentar algunos circuitos integrados.
- Capacidad de interconexión: RS-485 es una interface multienlace con la capacidad de poder tener múltiples transmisores y receptores. Con una alta impedancia receptora, los enlaces con RS-485 pueden llegar a tener a lo máximo hasta 256 nodos.

- Longitud de Enlace: En un enlace RS-485 puede tener hasta 4000 pies de longitud, comparado con RS-232 que tiene unos límites típicos de 50 a 100 pies.
- Rapidez: La razón de bits puede ser tan alta como 10 Mega bits/segundo.

La razón por la que RS-485 puede transmitir a largas distancias, es porque utiliza el balanceo de líneas. Cada señal tiene dedicados un par de cables, sobre uno de ellos se encontrará un voltaje y en el otro se estará su complemento, de esta forma, el receptor responde a la diferencia entre voltajes. La ventaja de las líneas balanceadas es su inmunidad al ruido. (p.6)

Requerimientos de Voltaje Las interfaces típicas RS-485 utilizan una fuente de +5 Volts, pero los niveles lógicos de los transmisores y receptores no operan a niveles estándares de +5V o voltajes lógicos CMOS. Para una salida válida, la diferencia entre las salidas A y B debe ser al menos +1.5V. Si la interface está perfectamente balanceada, las salidas estarán desfasadas igualmente a un medio de la fuente de Voltaje. En el receptor RS-485, la diferencia de voltaje entre las entradas A y B necesita ser 0.2V. si A es al menos 0.2V más positiva que B, el receptor ve un 1 lógico y si B es al menos 0.2v más positivo que A, el receptor ve un 0 lógico. Si la diferencia entre A y B es menor a 0.2v, el nivel lógico es indefinido. Si esto ocurre habría un error en la transmisión y recepción de la información.

La diferencia entre los requerimientos del Transmisor y el Receptor pueden tener un margen de ruido de 1.3V. La señal diferencial puede atenuarse o tener picos de largo como de 1.3v, y aun así el receptor ve el nivel lógico correcto. El margen de ruido es menor que el de un enlace RS-232, no hay que olvidar que RS-485 maneja señales diferenciales y que cancela la mayoría del ruido a través de su enlace. El total de corriente utilizada por un enlace RS-485 puede variar debido a las impedancias de los componentes, incluyendo los Transmisores, Receptores, cables y la terminación de los componentes. Una baja impedancia a la salida del Transmisor y una baja impedancia en los cables, facilita los cambios de nivel y

asegura que el receptor vea la señal, no importa cuán larga sea la línea de transmisión. Una alta impedancia en el receptor decrementa la corriente en el enlace e incrementa la vida de la fuente de voltaje. La terminación de los componentes, cuando se utiliza tiene un gran efecto sobre la corriente en el enlace. Muchos enlaces con RS-485 tiene una resistencia de 120 ohm a través de las líneas A y B en cada extremo de la línea. Por lo tanto, cada, enlace tiene dos terminales. López (2012, p.7)

2.14. MOTOR ELÉCTRICO

Castillo, M. J. C. (2020, p.106) Un motor eléctrico es una máquina según sea la constitución del motor: núcleo con cable arrollado, sin cable arrollado, monofásico, trifásico, con imanes permanentes o sin ellos; la potencia depende del calibre del alambre, las vueltas del alambre y la tensión eléctrica aplicada.

Un motor, es un receptor que, al ser alimentado mediante una corriente eléctrica, produce un movimiento giratorio en su eje que, a través de los acoplamientos mecánicos adecuados, es aprovechado para efectuar diferentes trabajos en el sector industrial y doméstico. Castillo, M. J. C. (2020, p.106)

Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio, o el hogar.

Los motores eléctricos satisfacen una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, hasta sostener y detener una carga. Estos motores se fabrican en potencias que varían desde una pequeña fracción de caballo hasta varios miles, y con una amplia variedad de velocidades, que pueden ser fijas, ajustables o variables. (p.106)

Los motores eléctricos se clasifican en motores de corriente continua, denominada directa, motores de corriente alterna, que, a su vez, se agrupan, según su sistema de funcionamiento. Tanto unos como otros disponen de todos los elementos comunes a las máquinas rotativas electromagnéticas.

2.14.1. Motores de Corriente Continua

Castillo, M. J. C. (2020, p.107) La conversión de energía en un motor eléctrico se debe a la interacción entre una corriente eléctrica y un campo magnético. Un campo magnético, que se forma entre los dos polos opuestos de un imán, es una región donde se ejerce una fuerza sobre determinados metales o sobre otros campos magnético. Un motor eléctrico aprovecha este tipo de fuerza para hacer girar un eje, transformándose así la energía eléctrica en movimiento mecánico. EcuRed. (s. f.). *Motor eléctrico - EcuRed*. Recuperado 3 de noviembre de 2020.

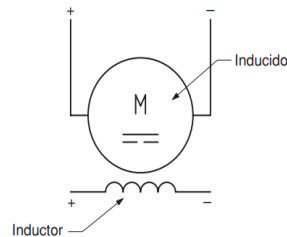
“El fácil conexionado, bajo coste y mantenimiento de los motores de corriente alterna con rotor en jaula de ardilla, ha relegado a los motores de corriente continua a aplicaciones muy concretas. Si bien es cierto que, para aplicaciones como la robótica y el posicionamiento, aun se utilizan de forma masiva, cuando se requieren máquinas de gran potencia, lo habitual es utilizarlas de corriente alterna”. Castillo, M. J. C. (2020). *Automatismos industriales*. Editex.

Según Alberto Farina (2015, p.7) “Los motores trifásicos son máquinas eléctricas que transforman la energía eléctrica en energía mecánica mediante interacciones electromagnéticas “.

Están diseñados para funcionar con la potencia de corriente alterna trifásica utilizada en muchas aplicaciones industriales. La electricidad de la CA (corriente alterna) cambia de dirección negativa a positiva y viceversa muchas veces por segundo. La energía eléctrica trifásica es el método más común en el uso de redes eléctricas en todo el mundo, ya que transfiere más energía y su uso es realmente importante en el sector industrial. Alberto Farina (2015, p.6)

Figura 11

Símbolo de un motor de corriente continua



Nota: motor de corriente continua, adaptado Castillo, (p.117). automatismos industriales. Edítex 2020

Todas las máquinas de corriente continua son reversibles y pueden funcionar como motor o como generador. Disponen de dos devanados: el inducido en el rotor y mente este tipo de máquinas dispone de cuatro bornes en su caja de bornes, excepto la máquina que dispone de seis

2.14.2. Motor Trifásico

Figura 12

Motor trifásico weg 5 hp

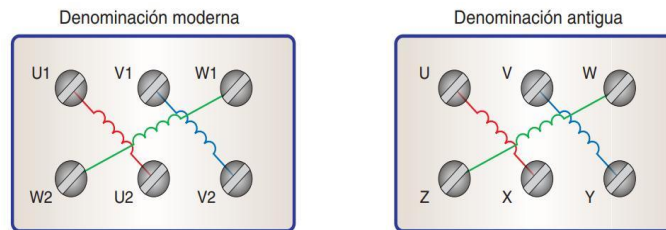


Nota: Motor trifásico y su simbología. Adaptado de Exhibir 2010 motor trifásico (<https://exhibirequipos.com/producto/motor-trifasico-weg-w22-5hp-1800rpm-carcasa-hierro>) **SD005183CQA**

Los motores trifásicos disponen en el estator tres devanados, uno por fase. Cada devanado tiene dos terminales, un principio y un final, que salen a la caja de bornes, quedando conectados internamente de la siguiente forma.

Figura 13

Conexión interna de devanados de un motor trifásico

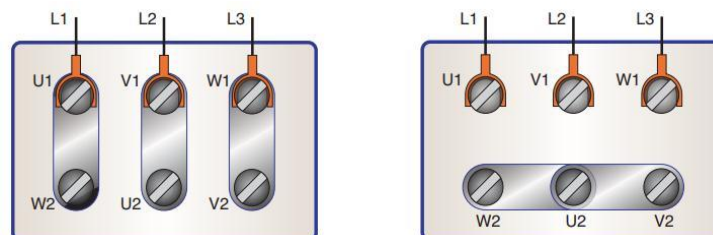


Nota: conexión interna de un motor trifásico, adaptado Castillo, M. J. C. (p 108).
Automatismos industriales. Editex. 2020

En este tipo de motores, el rotor no está bobinado, por tanto, no es necesario realizar en él ningún conexionado eléctrico. Los motores trifásicos disponen una caja de bornes con 6 bornes, los cuales pueden ser interconectados entre sí de la siguiente manera:

Figura 14

Conexiones de la boneras delta y estrella



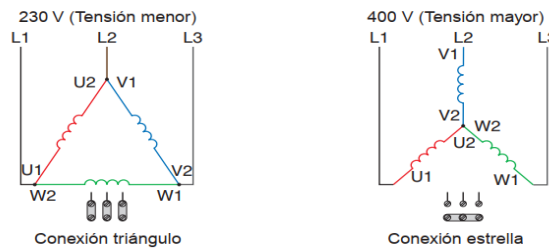
Nota: conexión interna de un motor trifásico, adaptado Castillo, M. J. C. (p 108).
Automatismos industriales. Editex. 2020

“La primera conexión se denomina delta o triángulo y es para la menor tensión de funcionamiento del motor. La segunda conexión se denomina estrella y es para la tensión mayor”. Castillo, M. J. C. (2020). Automatismos industriales. Editex. Así, se puede decir que todos los motores trifásicos son bitensión. Si un motor trifásico indica en su placa de características, que la tensión nominal es de 230V/400V, si se conecta a una red de alimentación de 230V, la conexión debe hacerse en triángulo

(delta). Sin embargo, si la red de alimentación es de 400 V, la conexión de los bornes debe hacerse en estrella.

Figura 15

Delta y estrella conexión de un motor



Nota: conexión interna delta y estrella de un motor trifásico, adaptado Castillo, M. J. C. (p 1110). *Automatismos industriales*. Editex. 2020

2.14.2.1. Partes de un Motor Trifásico

Un motor tiene dos partes principales:

- **El rotor**, que gira es a menudo denominado jaula de ardilla porque consiste en una red circular de barras y anillos que se parecen un poco a una jaula conectada a un eje.
- **El estator**, que lo hace girar consiste en un anillo con tres pares de bobinas, espaciadas uniformemente alrededor del rotor.

2.14.3. Motor Monofásico de 1 HP

Un estudio de la universidad nacional autónoma de México con la tesis de Diseño de un Prototipo de Triturador de Desechos Orgánicos 2015 con el fin de elaborar biogás, indica que los requerimientos para una trituradora, el motor debe ser de 1 a 3 hp.

“Para el requerimiento debe tener un motor de 1 a 3 hp con Periodo de trabajo a 1 hora, de Trituración de distintos tipos de materia orgánica, que se opere con mínimo personal, evitar la vibración lo máximo posible, que tenga un triturador uniforme de 1 a 2 cm eso una adecuada maceración del bio gas”. Hernandez, J. (2015) p 44.

2.15. ROBÓTICA

Es una Ciencia o rama de la Tecnología, que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren del uso de inteligencia. Las ciencias y tecnologías de las que deriva podrían ser: el álgebra, el Autómata programable, las máquinas de estados, la mecánica o la informática. De forma general, la robótica es: El conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que permiten concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas polis articuladas, dotados de un determinado grado de "inteligencia" y destinados a la producción industrial o sustitución del hombre en muy diversas tareas

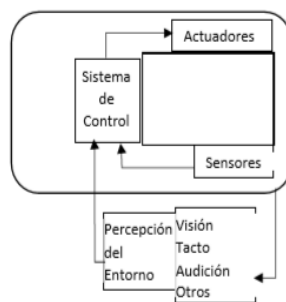
La robótica es la ciencia y la técnica que está involucrada en el diseño y la fabricación y la utilización de robots. Un robot es, por otra parte, una máquina que puede programarse para que interactúe con objetos y lograr que imite, en cierta forma, el comportamiento humano o animal Ollero (2001, p.21)

2.15.1. Esquema General de un Robot

En la figura 15 se muestra como es la interacción del robot con su entorno. En ella se identifican un sistema mecánico, actuadores, sensores y el sistema de control como elemento básico necesario para cerrar la cadena de actuación-medida actuación.

Figura 15

Estructura de funcionamiento



Nota: sistema mecánico de actuadores y sensores

Desde el punto de vista del procesamiento de la información, en robótica se involucran funciones de control de movimientos, percepción y planificación. En un sentido amplio, el sistema de control involucra tanto bucles de realimentación de la información suministrada por los sensores internos, como del entorno (Ollero, 2001, p. 4)

2.16. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

2.16.1. CADe SIMU

CADe_SIMU es un programa de CAD electrotécnico que permite insertar los distintos símbolos organizados en librerías y trazar un esquema eléctrico de una forma fácil y rápida para posteriormente realizar la simulación. El programa en modo simulación visualiza el estado de cada componente eléctrico cuando está activado al igual que resalta los conductores eléctricos sometidos al paso de una corriente eléctrica. *CADe SIMU*. (2016, 17 mayo). Instalaciones Frigoríficas Comerciales e Industriales.

Por medio de la interface CAD el usuario dibuja el esquema de forma fácil y rápida.

Una vez realizado el esquema por medio de la simulación se puede verificar el correcto funcionamiento.

Actualmente dispone de las siguientes librerías de simulación:

- Alimentaciones tanto de CA (corriente alterna) como de CC (corriente continua).
- Fusibles y seccionadores.
- Interruptores automáticos, interruptores diferenciales, relé térmico, y disyuntores.
- Contactores e interruptores de potencia.
- Motores eléctricos.
- Variadores de velocidad para motores de CA (corriente alterna) y CC (corriente continua).

- Contactos auxiliares y contactos de temporizadores.
- Contactos con accionamiento, pulsadores, setas, interruptores, finales de carrera y contactos de relés térmicos.
- Bobinas, temporizadores, señalizaciones ópticas y acústicas. Detectores de proximidad y barreras fotoeléctricas.
- Conexión de cables unipolares y tripolares, mangueras y regletas de conexión.
- La adquisición de este software es gratuita ya que hay páginas oficiales en las que nos facilita la descarga. El programa CADe SIMU en el momento de su ejecución cuenta con contraseña de entrada que se lo puede encontrar en la red, esta es 4962.

2.16.2. Desarrollo del Software para el Controlador

Mena y Reinoso (2018) Mencionan “El diseño del software para nuestro proyecto es uno de los procesos más importantes ya que gracias a esto se puede lograr que todos los dispositivos que son conectados al microcontrolador y realicen su función esperada de manera correcta” (p7).

En la actualidad existe varios y diferentes lenguajes de programación los cuales han ido surgiendo debido a las tendencias y necesidades de las plataformas tecnológicas existentes, pero debido a las características a la sintaxis y especialmente enfocándonos hasta el objetivo de nuestro proyecto se ha escogido el compilador MikroC PRO for PIC (p7).

En el presente capítulo se describe la parte más completa del proyecto la cual es la programación del microcontrolador y el software que se usa para la programación del mismo.

2.16.2.1 Procesos para Programar un Microcontrolador

Mena y Reynoso (2018, p.9) Programar un microcontrolador es planificar la manera como funcionar y adaptar sus recursos y periféricos a las necesidades de quien lo

programa es decir que el integrado es capaz de modificar su comportamiento en su función de una serie de instrucciones asignadas por el programador.

El proceso de transferir el código de programación al PIC se los puede resumir en los siguientes pasos:

- **Editar:** como su nombre mismo lo dice es escribir el programa, armar las instrucciones de un lenguaje específico para poder informarle al PIC lo que tiene que hacer.
- **Compilar:** El PIC como cualquier circuito integrado que maneja señales digitales interpreta niveles de voltaje asignadas a unos y ceros lógicos (código binario). Las instrucciones que se graban en la memoria tienen que ser ingresados en este código. Escribir un programa en binario resultaría excesivamente complicado y requerirá un alto conocimiento del funcionamiento interno del PIC.

Los lenguajes de programación existentes conocidos como lenguajes de alto nivel son lenguajes que la persona realiza el programa puede entender fácilmente. Compilar significa convertir un programa escrito en lenguaje de alto nivel son lenguajes que la persona realiza el programa se puede entender fácilmente. Compilar significa convertir un programa escrito en lenguaje de alto nivel en lenguaje o código que el PIC pueda entender. Mena y Reynoso (2018, p.9).

- **Grabar PIC:** Es el proceso donde se graba el programa en el PIC mediante una tarjeta electrónica y un poco software se pasa el programa complicado de la PC al PIC. Dependiendo del grabador son solamente unos cuantos clics y listo.
- **Grabador Bootloader:** Un Bootloader es un pequeño programa residente en la memoria Flash de un microcontrolador que se ejecuta después de cada reinicio y que a su vez escucha por el puerto USB para la recepción de bytes de código de programa mandados típicamente desde una PC. Si el bootloader detecta la recepción de un nuevo programa, recibe estos bytes y los almacena en la memoria de programa de usuario en el microcontrolador,

de otro modo, rescinde el uso del procesador y pasa el control a un otro programa que haya sido grabado con anterioridad

Figura 16

Grabador de Bootloader en mikroC

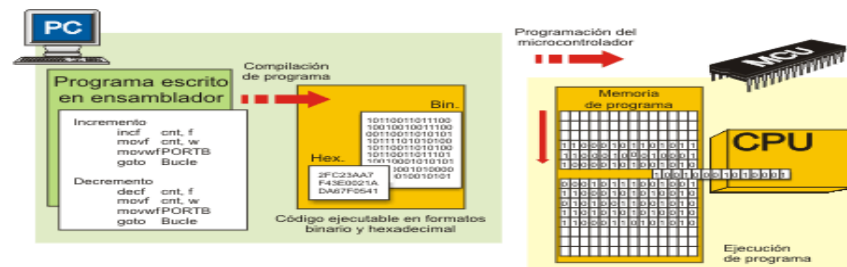


Nota: grabar en bootloader desde mikroC pro for Pic, adaptado de manual de manejo mikroC Zuly Santiago, (p.17) 2011

- **Comprobar programa:** El último paso del proceso para programar un microcontrolador lo que se realiza es verificar el funcionamiento del programa si el PIC se comporta como fue programado y si realmente se logro cumplir el objetivo que se planteó al inicio. Para esto se utiliza herramientas cómo programas simuladores y tarjetas electrónicas en las que se ejecuta las instrucciones.

Figura 17

Pasos para programar un PIC



Nota: grabar Pic18F4550 desde mikroC pro for Pic, adaptado de manual de manejo mikroC <https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/lenguajes-de-programacion>) FT90X 2019

2.16.3. Compilador MikroC PRO for PIC

Mena y Reinoso (2018) MikroC PRO for PIC es un potente compilador para microcontroladores Pic de microchip. Está diseñado para el desarrollo, construcción y depuración de aplicaciones embarcadas basadas en PIC.

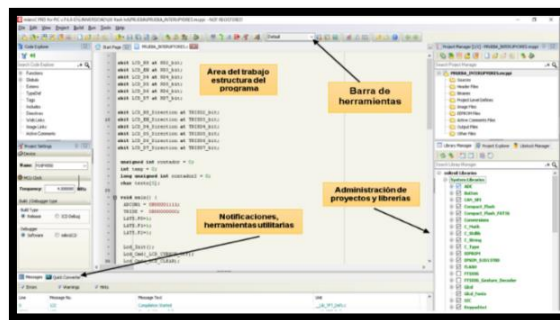
2.16.3.1. Características de MikroC pro for PIC

El ambiente de desarrollo de MikroC pro for PIC tiene una variedad de características de las que podemos destacar las siguientes:

- IDE fácil de usar, código compacto, eficiente y amigable con las herramientas que se usaran.
- Posee importantes bibliotecas de software y hardware.
- Genera el archivo en lenguaje ensamblador y archivos. HEX estándar los cuales son compatibles con cualquier programador.
- Compilador viene con archivo de ayuda integral y una gran cantidad de productos listos para usarse como ejemplos diseñados que facilitan el entendimiento y uso del software.
- La documentación es fácil de entender.
- Compilador para lenguaje ANSI C, con ligeras modificaciones.
- Posee herramientas adicionales instaladas para facilitar el proceso de desarrollo.

Figura 18

Ventana de trabajo de MikroC Pro for PIC



Nota: ventana principal del mikroC , adaptado de manual de manejo mikroC
<https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/lenguajes-de-programacion>) FT90X 2019

2.16.4. Crear un Proyecto en MikroC pro for PIC

Mena y Reinoso (2018, p.13) El proceso de crear un nuevo proyecto en MikroC PRO for PIC es muy simple, seleccionamos de la barra de menú la opción **Project** y luego escogemos la opción **New Project**, se despliega la ventana que se denomina **New Project Wizard** la cual nos guiara en el proceso de creación de un nuevo proyecto, dar click en next cual nos guiara en el proceso de creación de un nuevo proyecto, dar click en next y continuar con los pasos que les serán explicados durante el proceso.

En resumen, el proceso de creación de un nuevo proyecto consiste en los siguientes pasos:


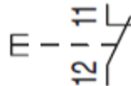
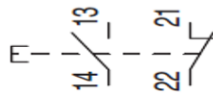
- Seleccionar el tipo de microcontrolador que se va a usar.
- Seleccionar la frecuencia de reloj del microcontrolador.
- Seleccionar el nombre y la ubicación del proyecto.

2.16.5. Pulsadores

Los pulsadores son elementos de control de accionamiento manual, como su propio nombre indica se accionan pulsándolos y sirven para activar relés, contactores, lámparas etc. Un pulsador es un operador eléctrico que cuando se oprime, permite el paso de la corriente eléctrica y cuando se deja de oprimir lo interrumpe. Los botones de los pulsadores pueden ser de diferentes colores, pero hay que prestar especial atención al color verde que se utiliza para la puesta en marcha y al rojo que se utiliza para la parada.

Tabla 8

Símbolo de los pulsadores

Elemento	Símbolo	Identificador
Pulsador con contacto normalmente abierto (pulsador marcha)		S
Pulsador con contacto normalmente cerrado (pulsador de parada)		S
Pulsador de doble cámara con contacto abierto y contacto cerrado		S

Nota. Muestra la simbología de cada pulsador (Castillo, M. J. C. (2020), p 143. *Automatismos industriales. Editex.*)

Figura 19

Pulsador Marcha y Paro



Nota: pulsador marcha y para que permiten la función de una máquina, adaptado de cosas tecnológicas (<https://www.areatecnologia.com/electricidad/pulsador.html>)

2.17. NORMA

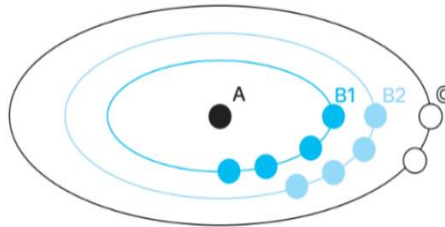
Una norma es una especificación técnica aprobada por un organismo de normalización reconocido para su aplicación continua o repetida, cuyo cumplimiento no es obligatorio. (Technical.com. (s.f.). Manual de seguridad de máquina TECHNICAL.)

2.17.1. Normas de Tipo A, B y C

Las normas europeas de seguridad para Maquinas forman la siguiente estructura:

Figura 20

Normas de tipo A,B y C



Nota: normas de seguridad, adaptado de (Technical.com. (s.f.). Manual de seguridad de máquina TECNICAL.)

Normas de Tipo A: Normas básicas de seguridad aportan conceptos básicos, principios de diseño y aspectos generales que pueden aplicarse a todas las máquinas.

Normas de Tipo B: Normas de seguridad genérica que tratan sobre un aspecto de la seguridad o un tipo de dispositivo de seguridad que puede utilizarse en una amplia gama de máquinas:

- Normas de tipo B1 sobre aspectos particulares de la seguridad (por ejemplo, distancias de seguridad, temperatura de superficies, ruido).
- Normas de tipo B2 sobre dispositivos de seguridad (por ejemplo, mando bimanual, dispositivos de enclavamiento, dispositivos de protección sensibles a la presión, protectores).

Normas de Tipo C: Normas de seguridad para máquinas relativas a requisitos de seguridad específicos para una máquina o un grupo de máquinas determinado.

2.17.2. Norma ISO 9126

El estándar ISO-9126 establece que cualquier componente de la calidad del software puede ser escrito en términos de una o más de seis características básicas, las cuales son: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad; cada una de las cuales se detalla a través de un conjunto de sub

características que permiten profundizar en la evaluación de la calidad de productos del software.

- **Funcionalidad:** en este grupo se conjunta una serie de atributos que permiten calificar si un producto de software maneja en forma adecuada el conjunto de funciones que satisfagan las necesidades para las cuales fue diseñado.
- **Confiabilidad:** capacidad del software de mantener su nivel de ejecución bajo condiciones normales en un periodo de tiempo establecido.
- **Usabilidad:** consiste en un conjunto de atributos que permiten evaluar el esfuerzo necesario que deberá invertir el usuario para utilizar el sistema.
- **Portabilidad:** evalúa la oportunidad para adaptar el software a diferentes ambientes sin necesidad de aplicarle modificaciones.
- **Mantenibilidad:** es el esfuerzo necesario para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas, para identificar las partes que deberán ser modificadas.
- **Eficiencia:** esta característica permite evaluar la relación entre el nivel de funcionamiento del software y la cantidad de recursos usados.

2.18. PRUEBAS.

El objetivo principal de las pruebas es aportar calidad al producto que se está desarrollando. Para llevar a cabo las pruebas se verifica el comportamiento del programa sobre un conjunto de casos de prueba. Estos casos de prueba se generarán mediante técnicas y estrategias específicas de pruebas que nos ayudarán a conseguir la búsqueda de los errores de un programa (Sánchez,2015).

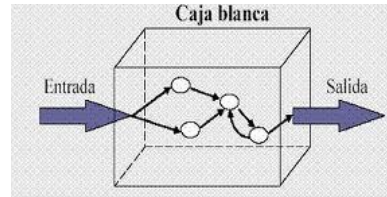
2.18.1 Técnica de Caja Blanca

Según (Sánchez, 2015, pág. 31) la técnica de caja blanca es una técnica de diseño de casos de prueba que usa la estructura de control para obtener los casos de prueba. Dentro de esta estructura de control podemos encontrar la estructura de un

componente de software como puede ser sentencias de decisiones, caminos distintos del código, la estructura de una página web, etc.

Figura 21

Caja blanca



Nota. Se observa las operaciones que desarrolla una caja blanca Sánchez (2015, p.31)

Los métodos de prueba de caja blanca aportan los siguientes puntos:

- Garantizan que todas las rutas del código se revisan al menos una vez.
- Revisan las condiciones lógicas.
- Revisan estructuras de datos.
- Tipos de Prueba de Caja Blanca:
- Prueba de la Ruta Básica.
- Pruebas de la estructura de control.
- Prueba de condición.
- Prueba del flujo de datos.
- Prueba de bucles.

2.18.2. Técnicas de Caja Negra

Con respecto a las técnicas de diseño de caja negra, expone Sánchez (2015, p.39), son las que se utilizan el análisis de la especificación, tanto funcional como no funcional sin tener en cuenta la estructura interna del programa para diseñar los casos de prueba a diferencia de las pruebas de la caja blanca, estas pruebas suelen realizar durante las últimas etapas de la prueba.

Figura 22

Caja negra



Nota. Muestra la entradas y salidas de la caja negra, adaptado de Sánchez (2015, p.39)

Con los métodos de caja negra se intenta encontrar los errores:

- Funciones incorrectas o faltantes.
- Errores de inicialización y terminación.
- Errores de interfaz.
- Errores de las estructuras.

2.19. COSTO Y BENEFICIO

La planificación es una actividad de gran importancia, en la cual se establecen objetivos y metas de un proyecto. Una de las variables a calcular durante la planificación del proyecto es el esfuerzo, es decir, la fuerza de trabajo requerida para el desarrollo, medida en meses hombre, días hombre y en general unidad de tiempo hombre.

La estimación de lo que costara el desarrollo de un software es una de las actividades de planeación que reviste especial importancia, ya que una de las características que debe tener un producto de software es un costo sea adecuado.

2.18.1. Cocomo II

(Pressman, 2010, pág. 609) Una de las tareas de mayor importancia en la planificación de proyectos de software es la estimación, la cual consiste en determinar, con cierto grado de certeza, los recursos de hardware y software, costo tiempo y esfuerzo necesarios para el desarrollo de los mismos.

COCOMO II, este modelo permite realizar estimaciones en función del tamaño del software y de un conjunto de factores de costo y de escala, se engloba en el grupo de los modelos algoritmos que tratan de establecer una relación matemática la cual permite estimar el esfuerzo y tiempo requerido de un producto COCOMO define tres modos de desarrollo o tipos de proyectos.

- Orgánico: proyectos relativamente sencillos relativamente sencillos, menores de 50 KDLC líneas de código, en los cuales se tiene experiencia de proyectos similares y se encuentran en entornos estables.
- Semi - acoplado: proyectos intermedios en complejidad y tamaño (menores de 300 KDLC), donde la experiencia en este tipo de proyectos es variable, y las restricciones intermedias.
- Empotrado: proyectos bastante complejos, en los que apenas se tiene experiencia y se engloban en un entorno de gran innovación técnica. Además, se trabaja con unos requisitos restrictivos y de gran volatilidad.

Y por otro lado existen diferentes modelos que define COCOMO:

- Modelo básico: se basa exclusivamente en el tamaño expresado en LDC.
- Modelo intermedio: además del tamaño del programa incluye un conjunto de medidas subjetivas llamadas conductores de costes.
- Modelo avanzado: incluye todo lo del modelo intermedio además del impacto de cada conductor de coste en distintas fases del desarrollo.

Para el caso el modelo intermedio se usa las formulas siguientes:

$$E = \text{Esfuerzo} = a \text{ KDLC}^e * \text{FAE (persona x mes)}$$

$$T = \text{Tiempo de duración del desarrollo} = c \text{ Esfuerzo}^d \text{ (meses)}$$

$$P = \text{Personal} = E/T \text{ (personas)}$$

Dónde:

KDLC: es Cantidad de líneas de código, en miles

a, e, c, d: Son constantes con valores definidos, según cada submodelo.

FAE: Multiplicador que depende de 15 atributos, que se obtiene de la tabla de valores

T: Tiempo requerido por el proyecto, en meses

P: Número de personas requerido por el proyecto.

Las tablas mencionadas Se muestran en la parte de cálculo de costos.

CAPITULO III

MARCO APLICATIVO

En este capítulo se aborda la etapa de diseño del modelo, donde se siguió una metodología basada en el libro “Diseño y desarrollo de productos” de Karl T. Ulrich.

3.1. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

3.1.1. Fase 0. Planeación

En este primer paso de esta fase es hacer la declaración de la misión del diseño o proyecto, en la cual exponemos los principales motivos, alcances, suposiciones y restricciones del mismo. A continuación, se detalla en la tabla 7.

Tabla 9

Descripción del Proyecto

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
Descripción del proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Diseño de una maquina automatizada torceladora para lana de alpaca
Propuesta de valor	<ul style="list-style-type: none">• Diseño movimiento automático• Diseño de estructura resistente• Diseño de interfaz entendible
Suposiciones y restricciones	<ul style="list-style-type: none">• Facilidad de uso• Facilidad de implementación• Costos accesibles para su construcción• Resistente de uso continuo

Nota. Se describe el desarrollo de la primera fase de la metodología, adaptado de acuerdo a la metodología Karl Ulrich

3.1.2 Fase 1: Desarrollo de Concepto

En esta parte de la fase del proyecto es donde se observa la realidad del panorama, se da a conocer la descripción del proyecto y la propuesta que es mejorar la calidad de torcelado automático que se destalla en la siguiente tabla

Tabla 10

Descripción de desarrollo de concepto

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
Proyecto	<ul style="list-style-type: none">• El presente proyecto desarrollara una maquina automática de torcelado y enconado para lana de alpaca
Propuesta de valor	<ul style="list-style-type: none">• Diseño del prototipo• Elaboración de la maquina
Funcionalidad	<ul style="list-style-type: none">• Facilidad de uso• Facilidad de implementación• Costos bajos para su construcción• Resistente de uso continuo

***Nota.** Se describe el desarrollo de la fase 1 de la metodología, adaptado de acuerdo a la metodología Karl Ulrich*

En la tabla, se dio a conocer una descripción de proyecto que se realizará para mejorar la producción de mantas con ayuda de la máquina automática, ara la función de torcelar y a la vez podrá enconar.

3.1.2.1. Definición de Requerimientos

En la parte de requerimientos se fundamenta en la propuesta de la máquina.

Con la realización del prototipo se busca que sea fácil y cómodo de manejar para el usuario.

Se desea que la maquina sea armable y desarmable en caso que se llegara a necesitar mantenimiento en la parte de la estructura o en el caso de que necesitara algún cambio de algún componente. A continuación, se muestra una descripción de los requerimientos en la siguiente tabla.

Tabla 11*Definición de requerimientos*

ELEMENTO	NECESIDAD	DETALLE
DESEMPEÑO	Maquina	El producto debe tener una estructura adecuada, de fácil manejo.
	Maquina con facilidad de manejo	La máquina debe ser manejado con facilidad a través de una interfaz
		El producto debe acelerar el tiempo de torcelado y enconado a la vez.
		La máquina debe facilitar la productividad de la microempresa.
MATERIALES	Maquina durable	El producto debe funcionar con normalidad, durante su funcionamiento
		El material del producto se adecua de acuerdo a su funcionamiento
	El diseño de la maquina debe ser sencillo	Los materiales que usa la maquinas son resistentes
		El uso de dos motores ara que la maquina haga su trabajo más apresurado
	El diseño y armado del producto se realiza con materiales accesibles, tratando de minimizar los costos	
USUARIO	La máquina debe ser del agrado con el usuario	La interacción del usuario con el prototipo es simple además de ser utilizada cada vez que lo requieran.
		La máquina debe ser de agrado para el usuario.

Nota. Se describe los requerimientos que necesita

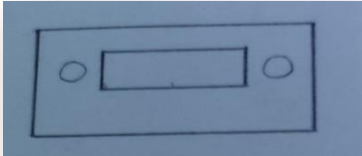
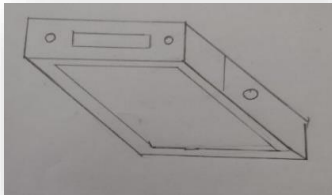
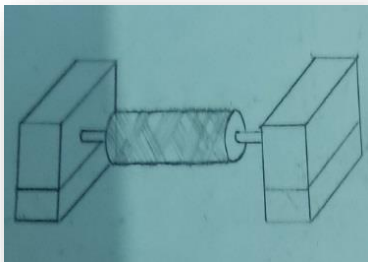
3.1.2.2 Desarrollo de Conceptos de Diseño

Se realizará el diseño de la máquina a través de un pequeño boceto que se pasará a mostrar al usuario para su conformidad, y de esta forma sirve también para empezar a realizar el diseño de la máquina automatizada.

Para el proceso de su desarrollo de la máquina automatizada se pasa a ver la descripción de las partes que se compone para su armado como se puede observar.

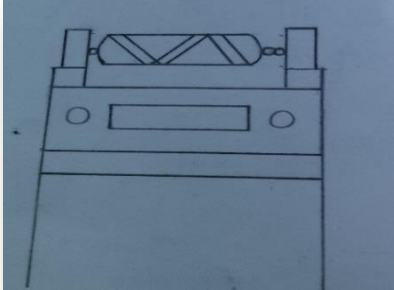
Tabla 12

Descripción de piezas de la máquina torceladora

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
PIEZAS	DESCRIPCIÓN
<p>Caja de control vista frontal</p> 	<p>Se muestra la parte, donde será la caja de control de la máquina que ayudaran a su manejo con el LCD y pulsadores</p>
<p>Caja de control vista interna</p> 	<p>Se muestra la parte interna de la caja de control, donde estará el motor para el enconado.</p>
<p>Muestra del rodillo</p> 	<p>Se muestra un poco la parte externa de la máquina, en esta ocasión es la parte de encima de la caja de control donde se posicionará el rodillo que ayudará en el enconado.</p>

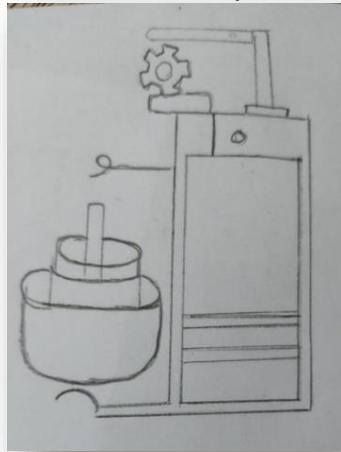
DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

Vista frontal de la máquina
y el rodillo



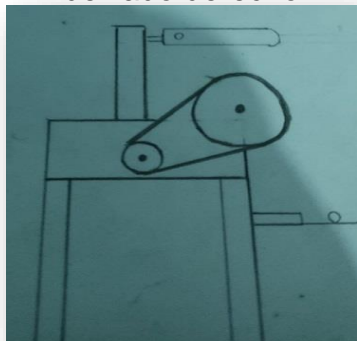
Se muestra la parte frontal de la máquina y la posición donde se pondrá dicho rodillo

Muestra de la máquina
del lado izquierdo

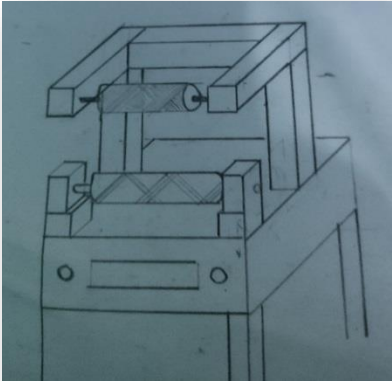
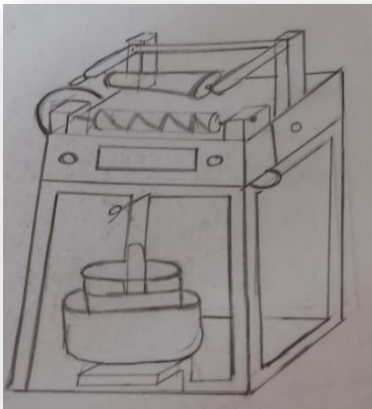


En esta parte se muestra el diseño en lado izquierdo, donde podemos observar la parte de la olla que va a torcelar a lana de alpaca, a la vez se puede observar la parte de arriba que ara el enconado con una polea que funcionara con el motor.

Muestra la máquina
del lado derecho



En esta parte podemos observar el lado derecho de la máquina, el cual nos muestra las poleas que ayudaran a que se mueva el motor, este proceso ayudara al enconado.

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
<p>Muestra la caja de control y la posición del rodillo</p> 	<p>Se muestra la parte de encima de la caja de control, tendrá la función de enconar y una vez torcelado la lana directamente se procederá al enconado para su respectivo uso.</p>
<p>Muestra la máquina diseño final</p> 	<p>Se muestra el diseño final de la máquina, ya unidas todas las piezas, podemos observar la olla que tendrá la función del torcelado.</p>

Nota. Descripción y diseño de la máquina, *Elaboración Propia*

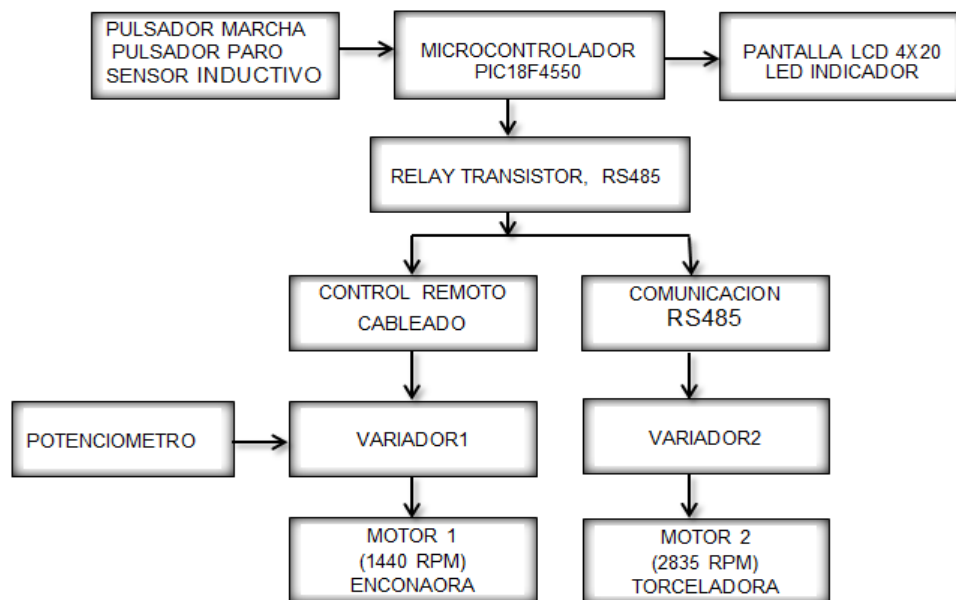
Se detalló la propuesta de cómo estará conformado la máquina, para continuar con su armado en el diseño, se debe conocer un poco más acerca de máquinas para poder darnos mejor una idea de cómo será el armado de la máquina.

3.1.3 Fase 2 Diseño a Nivel Sistema

En esta fase se realiza la creación de la máquina como un sistema, por qué se va desglosando cada pieza que compone la maquina automática, con el fin de poder entender mejor el funcionamiento de cada uno de sus mecanismos a medida que cada pieza se va uniendo se va obteniendo el producto deseado.

Figura 23

Diagrama de bloque



Nota: Diagrama de bloque del armado de la máquina, elaboración propia

3.1.4. Fase 3 Diseño de Detalles

En esta fase es donde se construye el diseño de la máquina y se realiza el proceso de construcción en los cuales se va evaluando el diseño se está construyendo de una manera adecuada de acuerdo a la propuesta del diseño de la máquina automática.

3.1.4.1 Construcción de la Máquina Torceladora

Se procede a realizar el desarrollo de cada pieza que va a componer la maquina

automática en su proceso de diseño. Se realizará la construcción de sus partes del diseño de la máquina utilizando autodesk 2D AutoCAD..

La construcción de cada pieza con sus medidas se muestra a continuación en la figura 24, cada pieza del diseño está elaborado de acuerdo a la propuesta.

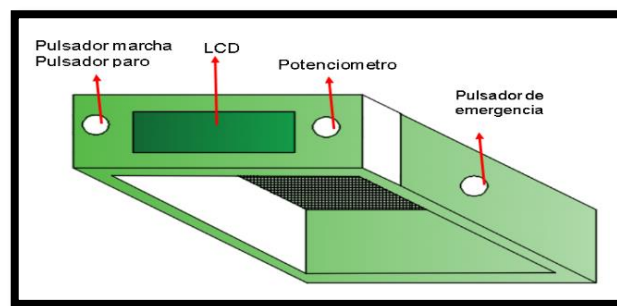
A continuación, se muestra la respectiva descripción de cada pieza que conformará la máquina automática y la descripción que se le dará a cada uno de ellos.

A) Caja de control

Para el análisis del diseño de la máquina donde se observa las posiciones, se pondrá los pulsadores de marcha y paro, el cual podrá ayudar al arranque de la máquina automática y a la vez al apagado de la misma, el LCD ayudara a ver los mensajes que anunciara de acuerdo a lo que se va a manejar y el potenciómetro nos ayudara a medir las velocidades que tendrá el motor.

En la parte interna de la caja de control se pondrá el motor trifásico 1 y el variador de frecuencia que ayudaran a hacer el enconado adecuado, a la vez ayudará al torcelado de la máquina automática.

Figura 24 Caja de control de la máquina



Nota. Se muestra los lugares donde se acomodaran los pulsadores y el lcd. Elaboracion Propia.

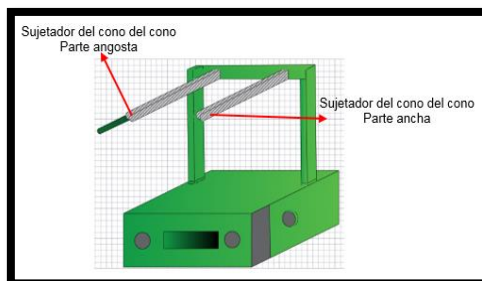
B) Posición del cono para el enconado

Como se observa en la figura (ver figura 25), podemos ver el lugar donde se va a

encontrar el cono para el respectivo enconado, el cual estará sujeto por una presión y podrá hacer sus funciones de manera adecuada el cual será enconar la lana de alpaca de manera eficiente.

Figura 25

Partes que componen la función del enconado



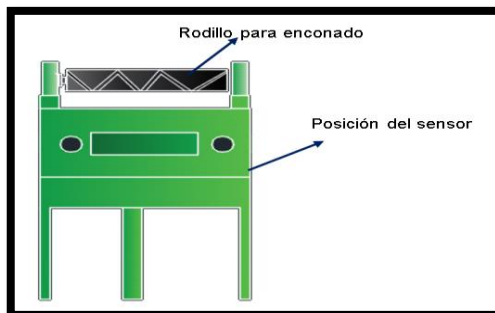
Nota. Se muestra la posición exacta de los sujetadores para el enconado. *Elaboración Propia*

C) Rodillo para el enconado

Como podemos observar en la figura (ver la figura 26) de la máquina automática, se puede ver la parte del rodillo que ayudará a enconar la lana de alpaca y podrá mejorar el tiempo de entrega de la lana, también podemos observar su respectiva posición que será arriba de la caja de control.

Figura 26

Vista frontal de la máquina y lugar del sensor



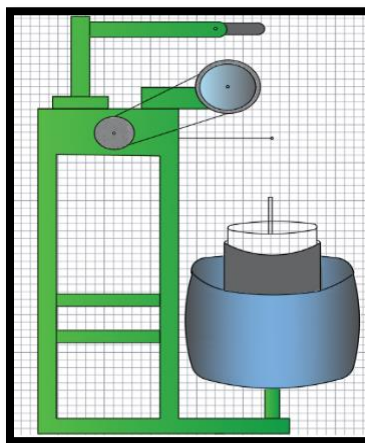
Nota. Se muestra las posiciones donde se pondrá el sensor. *Elaboración Propia*

D) Vista de lado derecho de la máquina

En esta parte podemos observar el lado derecho de la máquina, el cual nos muestra la función que realiza las poleas, serán el rodamiento por el cual producirán giros que realizara el motor, esto ayudara en el enconado produciendo mayor velocidad y mejorando su rapidez.

Figura 27

Vista del lado derecho de la maquina



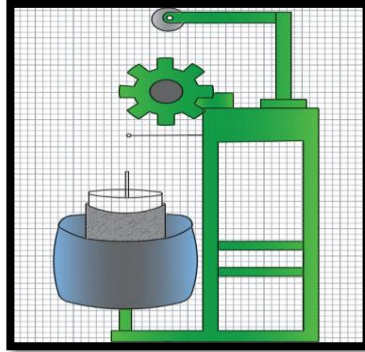
Nota. Muestra el lado derecho de la máquina y el movimiento de las poleas. *Elaboración Propia.*

E) Vista de lado izquierdo de la máquina

Como podemos observar en la anterior figura (ver figura 27) Vemos la función de las poleas, en esta ocasión podemos observar (ver figura 28) la salida de las revoluciones que tendrá el motor, donde se podrá medir con el sensor inductivo y a la vez se puede observar la olla o pote que ayudará en el torcelado, de igual manera funcionará con ayuda de otro motor y podrá controlar las velocidades y las torsiones por minuto.

Figura 28

Vista de lado izquierdo máquina



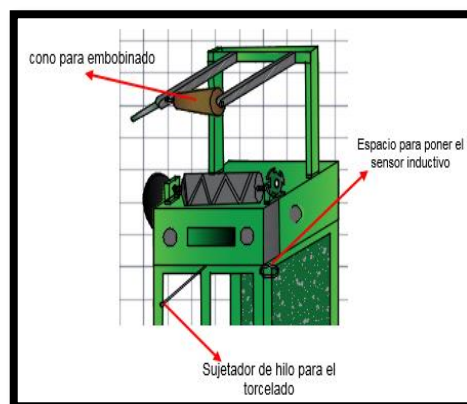
Nota. Se observa el lado derecho de la máquina y el lugar de la olla que ara el torcelado

F) Vista frontal de la parte de enconado el rodillo

En esta parte podemos observar un poco a más detalle, de la funcionalidad que tiene el rodillo, al poder enconar la lana y poder facilitar el trabajo que tendrá enconándolo de forma más rápida.

Figura 29

Vista frontal de la parte del enconado



Nota. Se muestra el lugar donde se pondrá el cono con la finalidad que pueda enconar.

Elaboración Propia

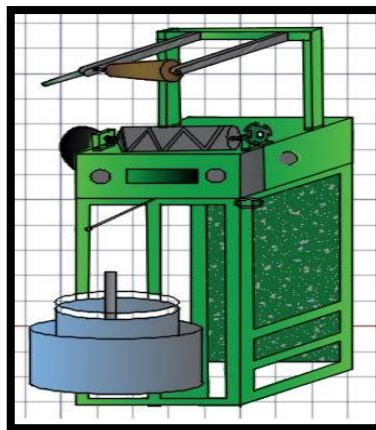
G) Muestra del diseño final

Como ya se dio a conocer todas las partes que compondrán la máquina, ya podremos darnos una idea del cómo es la máquina y como funcionara en la imagen (ver la figura 30) muestra la parte frontal de la máquina completa con sus respectivas partes como vemos la olla que ara el mandado del respectivo torcelado, una vez torcelado se ara el respectivo procedimiento que será mandar al rodillo que direccionara al enconado.

Finalmente se procederá a tener el enconado con una torsión de acuerdo a requerimiento del cliente.

Figura 30

Diseño final de la máquina

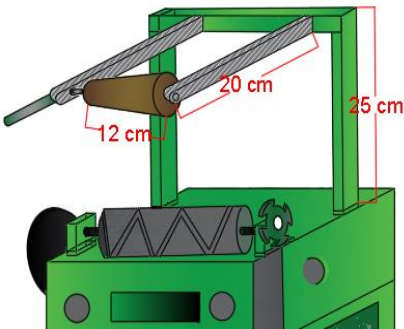
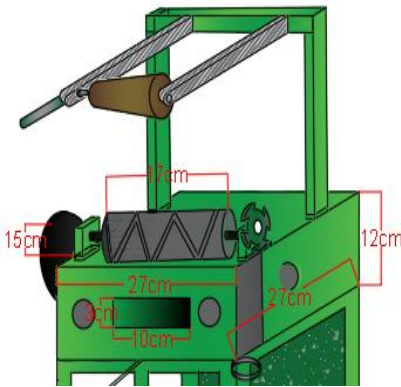


Nota. Se muestra el diseño final de la máquina automática. Elaboración Propia

La máquina automática funcionara con dos motores como ya se mencionó anteriormente contara a la vez con dos variadores de frecuencia, uno será para el enconado y el otro para el torcelado. Para más detalles del tamaño de la máquina (ver la tabla 13) vemos las medidas exactas que tiene la máquina.

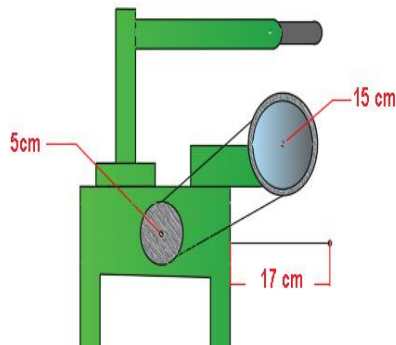
Tabla 13

Descripción de las medidas de la maquina

MÁS DETALLES Y SUS MEDIDAS				
<p>Medidas de la parte del enconado</p> 	<p>Medidas de la primera parte</p> <p>Medidas del cono y sujetador</p>	<p>Medida del cono</p> <p>12 cm</p>	<p>Medida del sujetador del cono</p> <p>20 cm</p>	<p>Altura de la base</p> <p>25 cm</p> <p>Se observa las medidas del tamaño que tiene la primera parte que compone la maquina son las medidas del cono, el sujetador que agarrará el cono y la altura donde se pondrá el sujetador y el cono.</p>
<p>Medidas de la caja de control</p> 	<p>Medidas de la segunda parte</p>	<p>Rodillo para el enconado</p> <p>D 15 cm</p>	<p>Tamaño del LCD</p> <p>10 cm</p> <p>3 cm</p>	<p>Tamaño de la caja de control</p> <p>27 cm</p> <p>27 cm</p> <p>Se puede observar las medidas de la caja control donde estarán el potenciómetro los botones de paro, marcha, paro de emergencia y el LCD.</p>

MÁS DETALLES Y SUS MEDIDAS

Medidas de las poleas

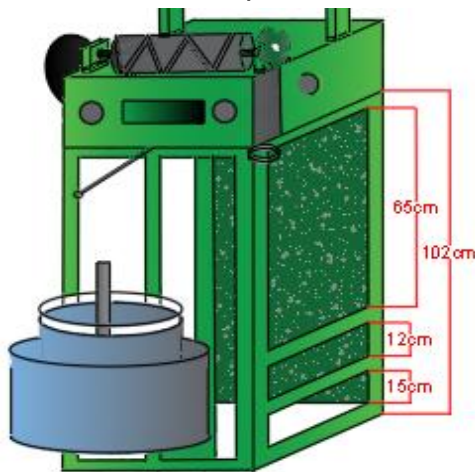


Medidas de la tercera parte	Medida de la polea G1	Medida de la polea G2	Medida del guiador de lana
-----------------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------------

Medias de la polea y el sujetador	15 cm	5 cm	17 cm
-----------------------------------	-------	------	-------

Como podemos observar vemos la máquina del lado derecho, donde los muestra las poleas, la polea G1 es la polea que tiene mayor volumen, es la que guiara al rodillo y la polea G2 es la pequeña que recibe la fuerza de revoluciones del motor.

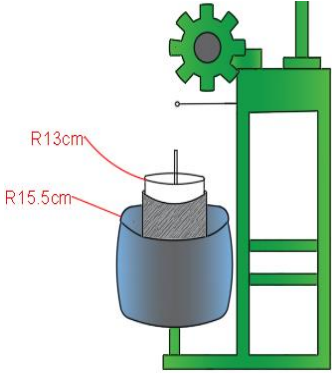
Medidas de la altura que tendrá la máquina



Medidas de la cuarta parte	Medida de la parte inferior	Medida de la posición del motor	Medida del espacio
----------------------------	-----------------------------	---------------------------------	--------------------

Altura de la parte atrás	65 cm	12 cm	15cm
--------------------------	-------	-------	------

En esta ocasión podemos observar las medidas que son la altura dela máquina, mostrando a la vez el lado izquierdo de la máquina, donde podemos observar las alturas que lleva la posición del motor que ayudara al torcelado.

MÁS DETALLES Y SUS MEDIDAS				
<p>Medidas de la olla para el torcelado</p> 	<p>Medidas de la olla del torcelado</p>	<p>Medida de la parte externa de la olla</p>	<p>Medida de la parte interna</p>	
	<p>Diámetro</p>	<p>31cm</p>	<p>13cm</p>	
	<p>Radio</p>	<p>15.5cm</p>	<p>26cm</p>	
<p>Como podemos observar es la olla que tendrá la función de torcelar la lana, esta olla tiene la ventaja de desarmarse, es por el cual podemos ver la medida externa e interna de la olla.</p>				

Nota. Muestra las medidas exactas de cada parte de la máquina que se va a utilizar

Se detalló las piezas con sus respectivas medidas en la tabla 13, se pondrá un material de fierro para que sea resistente como último paso se procede al armando del ensamblaje de la máquina.

3.1.4.2 Ensamblaje de la Máquina

Con el diseño de la máquina que se muestra en la figura (ver la figura 31) ya se puede proceder al armado del mismo que es la parte de la estructura como se muestra a continuación.

Se muestra la primera parte donde se ve el ensamble del motor trifásico para el proceso de enconado, se puede observar que en esa primera parte también se podrá los pulsadores marcha, paro y emergencia, para que puedan controlar de la máquina automática.

Figura 31

Ensamblaje del motor para el enconado



Nota. Se muestra el lugar donde se situará el primer motor

Se puede observar en la figura (ver la figura 31), el respectivo ensamble del segundo motor trifásico el cual tendrá la función del torcelado con ayuda de la olla, donde se situará en la parte inferior de la máquina, donde se asegurará bien para no correr el riesgo de caerse y tener molestias al momento de su funcionamiento.

Figura 32

Ensamble del motor 2 para el torcelado



Nota. Muestra el lugar exacto donde estará el motor 2

- **Caja de control**

En esta parte como ya lo habíamos mencionado se pondrá los respectivos pulsadores que son paro, marcha, el potenciómetro y el LCD, en la parte lateral pondremos el pulsador de emergencia. Estas herramientas serán fundamental para el control de la maquina

Figura 33

Caja de control de la máquina



Nota. Muestra los lugares respectivos donde estará los pulsadores y el LCD. *Elaboración Propia*

- **Los variadores**

En esta parte podemos observar que los variadores son fundamental para la maquina puesto que regulan las velocidades de giro de los motores por el cual no pueden faltar en el respectivo ensamble, los variadores se posicionaran el en medio de la máquina de la parte inferior y se procederá a su respectivo cableado.

Figura 34

Variador de frecuencia



Nota. Variador de frecuencia que ayudara al enconado

En esta parte ya podemos observar un poco mejor de la máquina el cual nos muestra ya ensamblado correctamente, a la vez podemos observar el rodillo que como ya se mencionó ayudara al respectivo enconado.

Figura 35

Muestra frontal de la máquina el rodillo para el enconado



Nota. Se muestra la máquina ensamblada en vista frontal. Elaboración Propia

En esta parte se puede observar la olla que ara el respectivo torcelado se posiciona en la parte delantera de la máquina para su uso adecuado y cómodo a la vez, también podemos observar que se pondrá una liga de presión para el rodamiento que ara el motor.

Figura 36

Vista de la olla para el torcelado

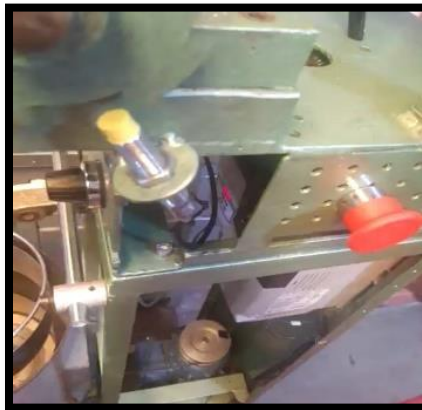


Nota. Se observa la olla que tendrá la función de torcelar y a la vez mandar al enconado

En esta parte podemos observar el lugar donde se ensambla el sensor inductivo, se posiciona en la parte lateral de la máquina, donde controlara las salidas del rpm que mandara el motor una vez ya empieza el enconado, esa salida mandara el motor trifásico del enconado.

Figura 37

Ensamblaje del sensor inductivo



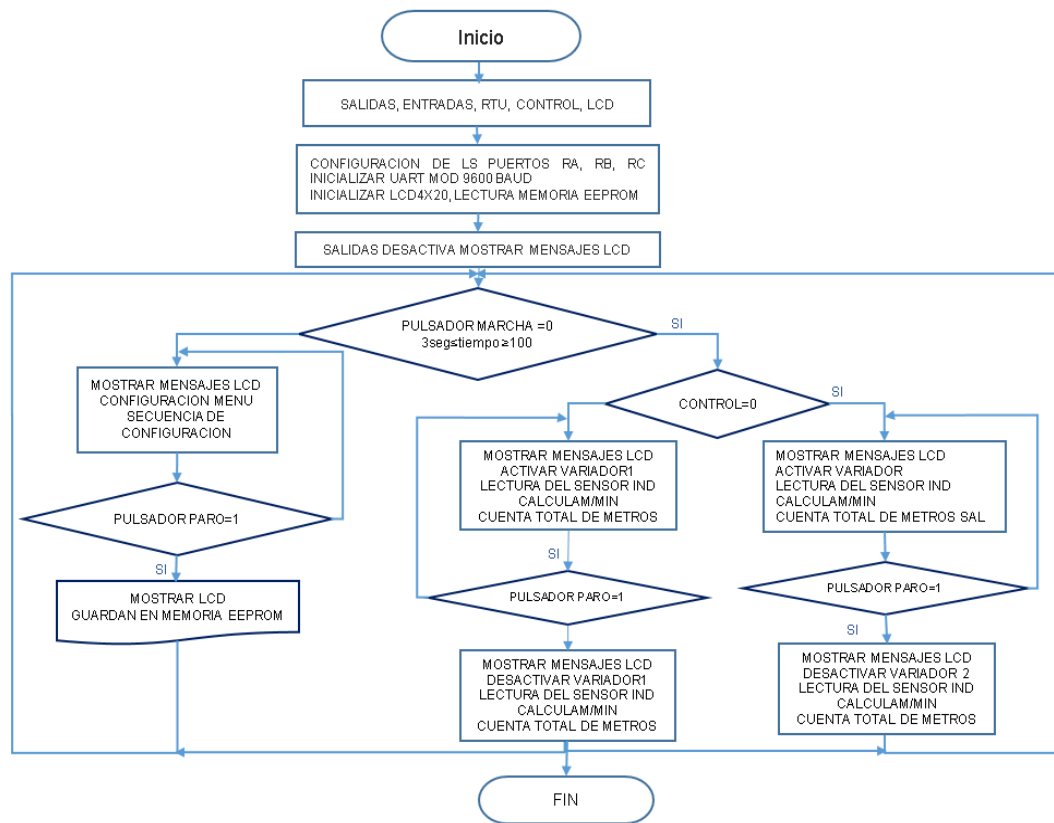
Nota. Se observa el lugar donde estará el sensor inductivo, donde podrá medir el rpm del motor de salida

3.1.4.3. Diseño de la Interfaz (software)

Podemos ver la figura (38), muestra el diagrama de flujo de la máquina nos da a conocer un poco más del funcionamiento de los menús que lleva la máquina para su respectivo funcionamiento.

Figura 38

Diagrama de Flujo



Nota. Muestra el diagrama del cómo funciona el sistema. Elaboración Propia

Una vez realizada la construcción de la máquina se pasa el diseño e interfaz para lograr la conexión del prototipo y pueda realizar sus movimientos respectivos que grabo en el microcontrolador PIC 18F4550 con el programa MikroC pro for PIC.

A continuación, se muestra el programa de MikroC pro for PIC donde se desarrolló el siguiente código para el funcionamiento de la máquina.

Figura 39

Inicialización de LCD módulo de conexión

```

- sbit LCD_RS at RD2_bit; // LCD module connections
- sbit LCD_EN at RD3_bit;
- sbit LCD_D4 at RD4_bit;
- sbit LCD_D5 at RD5_bit;
- sbit LCD_D6 at RD6_bit;
- sbit LCD_D7 at RD7_bit;
- sbit LCD_RS_Direction at TRISD2_bit;
- sbit LCD_EN_Direction at TRISD3_bit;
- sbit LCD_D4_Direction at TRISD4_bit;
- sbit LCD_D5_Direction at TRISD5_bit;
10 - sbit LCD_D6_Direction at TRISD6_bit;
- sbit LCD_D7_Direction at TRISD7_bit;
-
- ////////////////////////////////////////////////////
- bit control;
- bit torsion;
- char torsionmm;
-
- ////////////////////////////////////////////////////
- float rsl0=0, r1pm;
- char conversion[4]; // MRP 8
20 int torsion=0;
- int conversiontorsionm[4];
22 //char contador;
- int cuentas=0; // CHAR
- int conversioncuenta[5]; //4
- char vueltas[4];
-
- ////////////////////////////////////////////////////
- char DATO1, DATO2, DATO3, DATO4, DATO5, DATO6;
- unsigned int CRC;

```

Nota. Conecta del pines de LCD con el Pic. Elaboracion Propia

En la figura (ver figura 39) se inicializa el rprograma y se conceta a los pines del pic con el LCD para que pueda funcionar corecctamente a la vez inicializamos la torsion y declaramos las variables que corresponden para que funcione correctamente. La inicializacion en conversion de tipo char nos muestra la rpm que hara la torsion.

Figura 40

Código PIC

```

char DATO1, DATO2, DATO3, DATO4, DATO5, DATO6;
unsigned int CRC;
unsigned int CRC1;
unsigned int CRC2;
char s;
char VELOCIDAD;
void SERIAL_RTU() { //RTU SERIAL//////////////////////////////////////
CRC = 0x1111; //1111, 06 Y 20 //6732= 110 0111 0011 0010
CRC = CRC ^ DATO1; // DATO 1 = 64hex segunda parte de 8193 VELOCIDAD
for (i=1; i<=8; i++){
if (CRC & 0x0001){
CRC = (CRC >> 1) ^ 0xA001;
} else {
CRC = CRC >> 1;
}
}
CRC = CRC ^ DATO2; // DATO 2 = 06hex primera parte de 8193
for (i=1; i<=8; i++){
if (CRC & 0x0001){
CRC = (CRC >> 1) ^ 0xA001;
} else {
CRC = CRC >> 1;
}
}
CRC = CRC ^ DATO3; // DATO 3= 20 segunda parte de 8193
for (i=1; i<=8; i++){
if (CRC & 0x0001){
CRC = (CRC >> 1) ^ 0xA001;
} else {
CRC = CRC >> 1;
}
}
}

```

Nota. Muestra la programacion de para el PIC 18f4550

Podemos observar en la figura (ver figura 40) la inicialización de la velocidad de tipo char donde maneja el serial RTU de tipo remoto, el cual hace una serie de operaciones para que controle los datos que se envia al variador de frecuencia

Figura 41

Bucles

```

CRC = CRC ^ DATO4; // DATO 4= 0 segunda parte de 8193
for (i=1; i<=8; i++){
  if (CRC & 0x0001){
    CRC = (CRC >> 1) ^ 0xA001;
  } else {
    CRC = CRC >> 1;
  }
}
CRC = CRC ^ DATO5; // DATO 5= 0 segunda parte de 8193
for (i=1; i<=8; i++){
  if (CRC & 0x0001){
    CRC = (CRC >> 1) ^ 0xA001;
  } else {
    CRC = CRC >> 1;
  }
}
CRC = CRC ^ DATO6; // DATO 6= 2 segunda parte de 8193
for (i=1; i<=8; i++){
  if (CRC & 0x0001){
    CRC = (CRC >> 1) ^ 0xA001;
  } else {
    CRC = CRC >> 1;
  }
}
CRC1 = CRC;
CRC2 = CRC >> 8;
//CRC1 = CRC << 8;
UART1_Write(DATO1); // 64 hex dat1 ENVIAR SERIALMENTE DATO
UART1_Write(DATO2); // 6 hex dat2
UART1_Write(DATO3); // 20 hex dat3
UART1_Write(DATO4); // dat4

```

Nota. Muestra las codiciones de cada operación. Elaboracion propia

Como se observa en la figura (ver figura 41) se siguen haciendo operaciones para mandar datos al variador de frecuencia que controlara uno de los motores trifásicos

Figura 42

Salidas LCD

```

void main()
{
  UART1_Init(9600); //INICIALIZAR UART MODULE A 9600 BAUD
  ADCON1=15;
  TRISA.F0=0; // VARIADOR 1 CONTROL
  TRISA.F1=1; // configuracion pulsador marcha NO
  TRISA.F1=1; // configuracion pulsador marcha NC
  TRISA.F4=1; //Bit RA.4 como Entrada CONTADOR (T=CK1)
  //control0;
  //lectura de la memoria guardada //////////////////////////////////////////////////
  control=EEPROM_Read(0); // lectura de Memoria EEPROM
  torsion=EEPROM_Read(1); // lectura de Memoria EEPROM
  torsiones=EEPROM_Read(2); // lectura de Memoria EEPROM
  //////////////////////////////////////////////////
  TRISD=0x00;
  Lcd_Init();
  Lcd_Cmd(LCD_CLEAR);
  Lcd_Cmd(LCD_CURSOR_OFF);
  if (control==1){ // control = 1
    Lcd_Out(1,1," MAQUINA ENCONADORA");
  } else { // control = 0
    Lcd_Out(1,1," MAQUINA TORCELADOR");
  }
  Lcd_Out(2,1," F=000000 R/min=0000");
  if (torsion==1){
    Lcd_Out(3,1,"TORS=2 TORS/M=000000"); // "Ne=7X2 T=2 Tor/M=000"
  } else {
    Lcd_Out(3,1,"TORS=3 TORS/M=000000");
  }
  //////////////////////////////////////////////////
  torsiones=torsiones*10; //torsiones

```

Nota. Manda las salidas de acuerdo a las operaciones que se desarrollo.

Declaramos los puertos de entrada del variado1, pulsador marcha; a la vez se procede a la configuración de lectura de EEPROM donde se guarda la memoria, podemos observar también los datos que mostrara el LCD una vez realizando las operaciones

3.1.5 Fase 4 Pruebas y Refinamiento

En esta parte de la fase se realiza todas las pruebas necesarias para ver el funcionamiento de la máquina y corregir los errores, defectos e imperfecciones que presenta la máquina automática observando el desempeño del producto. (Ver la figura 43) las pruebas que se realizan son las siguientes:

- El funcionamiento correcto del variador de frecuencia para el torcelado
- El funcionamiento correcto del variador de frecuencia para el enconado
- Mostrar las RPM por el sensor inductivo
- Funcionamiento correcto del lcd

En esta parte se puede observar la olla que ara el respectivo torcelado y a la vez podrá mandar la misma lana sin ninguna ruptura al enconado, dejando la lana bien torcelada lista para su uso. Se pueden observar la conexión de la máquina a través del microcontrolador se muestra el proceso del movimiento de torcelado y el enconado al mismo tiempo (ver la figura 43)

Figura 43

Maquina torceladora con pic



Nota. Se compila la maquina torcedora con el microcontrolador PIC 18f4550. Elaboración propia.

Se podrá observar la interacción que tiene la máquina con el usuario viendo los resultados de manera cuidadosa si son favorables y si se llega a encontrar algún defecto poder eliminarla

- Evaluación de resultados
- En la evaluación de resultados las pruebas realizadas se llegan a subsanar los defectos encontrados como en la fuente que se hará cargo de los motores es de 24VDC 1, 5 A.

En el caso de la torsión se puede encontrar la fórmula general que ayudara a obtener las torsiones x metro. Encontramos los siguientes datos:

Formula:

$$T.p.p. = C\sqrt{N}$$

Donde:

T.p.p.= Torsiones por Pulgada

C= Coeficiente de torsión

N= Numero de hilo

N= 45-60 retorsión suave

N= 60-75 retorsión media

N= 75-95 retorsión fuerte

Coeficiente de Torsión

C. pie o urdimbre= 4.2

C. trama= 3.4

C. bonetería= 2.4

C. crepe= 5

Calculo de rpm

Velocidad=1440rpm

$$Tpm = \frac{\text{rpm}}{V \text{ salida}}$$

Despejando la velocidad de salida tenemos:

$$V \text{ salida} = \frac{\text{rpm}}{\text{tpm}}$$

Reemplazando los datos en la formula tenemos:

$$V \text{ salida} = \frac{1440\text{rpm}}{228\text{tpm}}$$

Revolviendo la ecuación:

$$V\text{salida} = 40.43 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

3.2. RELACION DE LA NORMA ISO CON EL SISTEMA

Es un sistema de automatización que ayudara a la producción de torcelado y enconado ya mencionados, de la misma manera poder observar los metros/minuto dentro de la máquina en tiempo real.

Los encargados de la producción u operadores tendrán un sistema de control que les permita estar más tranquilos cuando la maquina entre en producción y modificar valores de tiempos.

Los encargados de la producción tienen varios requisitos para un sistema automatizado para la microempresa debido a eso la automatización podrá adecuarse a un modelo básico o un modelo completo eso dependerá del factor económico.

Una vez obtenido esos requisitos y también el avance de la tecnología van a seguir se podría modificar el sistema de control o cambiarlo por completo para que cumpla con los nuevos requerimientos de la microempresa.

3.2.1. Norma Iso 9126

La norma ISO 9126 o ISO/IEC 9126 en un conjunto de características y sub características definidas que permiten conocer el nivel de la calidad del software a través de un proceso de evaluación de acuerdo a las métricas o indicadores que presenta el modelo de calidad.

3.3. NORMAS DE SEGURIDAD

3.3.1. Equipo de Protección Personal.

- Uso de mascarilla o cubre boca: son de uso indispensable en área de torcelado e hilado, debido a la limpieza constante de máquinas hace que el ambiente permanezca contaminado con residuos de polvo fibras, etc.
- Protección auditiva: el ruido constante en el salón hace necesario el uso de estos protectores.
- Gafas protectoras: Si el operario tiene problemas de irritación visual o cualquier otro problema relacionado con los ojos es indispensable uso de estas.

3.3.2. Normas Específicas Del Oficio

- Cuando coloque un cono vacío cerciórese que este en buenas condiciones.
- Ordene adecuadamente su puesto de trabajo
- Si encuentra alguna falla mecánica, eléctrica o de controles, avise al encargado o al supervisor.

3.4. MÉTRICAS DE CALIDAD

La medición de calidad del sistema se realizará mediante la métrica Iso 9126 define un modelo general de la calidad que ayudara a demostrar que es sistema es confiable.

3.4.1. Funcionalidad

3.4.1.1. Factores

La funcionalidad se deriva por medidas directas como el punto de función que cuantifica el tamaño y la complejidad del sistema en términos de las funciones del usuario.

Tabla 14*Variables de Cálculo de Funcionalidad*

Parámetros de Medición	Restricciones realizadas	PONDERACION			Total
		Simple	Medio	Complejo	
Nro. Entradas de usuario	11	3	4	6	50
Nro. Salidas de usuario	11	4	5	7	60
Nro. Peticiones de usuario	13	3	4	6	55
Nro. Datos	2	7	1	15	2
Interfaces externas	2	5	1	10	2
CUENTA TOTAL					169

Nota. Se muestra los cálculos funcionalidad según la Norma Iso. Elaboración Propia

La funcionalidad no se mide directamente, por tanto, es necesario evaluar un conjunto de características y capacidades del sistema. Nuestro sistema debe ser capaz de proveer las funciones que cumplen las necesidades explícitas e implícitas cuando es utilizado en condiciones específicas por el cliente, Para el cálculo de funcionalidad es necesario hallar los factores de complejidad y los puntos de función, para esto de deben determinar cinco características en el ámbito de la información y finalmente determinándose la funcionalidad.

Tabla 15*Valoración atributos funcionalidad*

Sin Influencia	Incidental	Moderado	Medio	Significativo	Esencial
0	1	2	3	4	5

Nota. Pondera puntos según su funcionalidad. Elaboración propia

Tabla 16*Valoración Funcionalidad*

Nro.	FACTOR	0	1	2	3	4	5	TOTAL
1	¿Requiere el sistema y de recuperación fiable?	X						0
2	¿Requiere comunicación de datos?						X	5
3	¿Existen funciones de procesamiento distribuido?	X						0
4	¿Es criterio de rendimiento?		X					1
5	¿Se ejecutaría el sistema en un entorno operativo existente y fuertemente usarlo?					X		4
6	¿Requiere el sistema entrada de datos interactiva?					X		4
7	¿Requiere la entrada de datos interactiva que las transacciones de entrada se lleven a cabo sobre múltiples pantallas u operaciones?	X						0
8	¿Se actualiza los archivos maestros de forma interactiva?	X						0
9	¿Son complejos las entradas los archivos o las peticiones?	X						0
10	¿Es complejo el procesamiento interno?		X					1
11	¿Se ha diseñado el código para que sea reutilizable?						X	5
12	¿Están incluidas en el diseño la conversión y la instalación?					X		4
13	¿Se ha diseñado el sistema para soportar múltiples instalaciones en diferentes organizaciones?					X		4
14	¿Se ha diseñado la aplicación para facilitar los cambios y para ser fácilmente utilizada por el usuario						X	5
FI								33

Nota. Muestra la funcionalidad y se da valor en cada pregunta. Elaboración Propia

Calculemos el punto de función (PF), utilizaremos la siguiente ecuación:

$$\mathbf{PF = \text{cuenta Total} * (0.65 + 0.01 * \Sigma Fi)}$$

$$\mathbf{PF = 169 * (0.65 + 0.01 * 33)}$$

$$\mathbf{PF = 165.62}$$

Si calculamos al 100 % el nivel de confianza consideramos la sumatoria de Fi = 70 como máximo valor de complejidad se tiene:

$$\mathbf{PF = \text{cuenta total} * (0.65 + 0.01 * \Sigma Fi)}$$

$$\mathbf{PFmax = 165.62 * (0.65 + 0.01 * 70)}$$

$$\mathbf{PFmax = 223.18}$$

La funcionalidad es:

$$\mathbf{\text{Funcionalidad} = PF / PFmax}$$

$$\mathbf{\text{Funcionalidad} = 165.62 / 223.18}$$

$$\mathbf{\text{Funcionalidad} = 0.74 * 100\%}$$

$$\mathbf{\text{Funcionalidad} = 74\%}$$

Por los datos obtenidos la funcionalidad del sistema automatizado es de 74% por lo que significa tiene una probabilidad del 74 % que funcione sin riesgo a fallo y operabilidad.

3.4.2 Confiabilidad

Es la probabilidad de operación libre de fallos de un programa de computadora en un entorno determinado y durante el tiempo especificado.

Para calcular la confiabilidad se toma en cuenta el tiempo de ejecución en el que se obtiene muestras.

$$\mathbf{F(t) = f * e^{(-u*t)}}$$

La ecuación se inicia en

$$\mathbf{F(t) = f * e^{(-u*t_0)}}$$

En un periodo de 30 días como tiempo de prueba se define cada 10 ejecuciones 1 falla.

$$F(t) = f * e^{(-u*t)}$$

$$F(30) = 0.740 * 2.718^{(-0.1*30)}$$

$$F(30) = 0.740 * 0.049$$

$$F(30) = 0.036$$

La confiabilidad a ser obtenida en términos probabilísticos se tiene

$$P(T \leq t) = 1 - F(t)$$

$$P(t) = 1 - 0.036$$

$$P(t) = 0.963 * 100\%$$

$$P(t) = 96.3\%$$

Con los datos obtenidos la confiabilidad es del 96% del sistema el cual no pueda presentar errores en el periodo de 30 días de prueba.

3.4.3 Mantenibilidad

El mantenimiento es para la mejora del sistema en respuesta a los nuevos requerimientos que el cliente tenga

El estándar IEE94 sugiere un índice de madurez del sistema (IMS) que proporciona un indicador en la estabilidad de un producto, se lo determina de la siguiente manera:

$$IMS = [Mt - (Fc + Fd)] / Mt$$

Donde:

Mt = número de módulos en la versión actual

Fc = número de módulos en la versión actual que se ha cambiado

Fd = número de módulos en la versión anterior que se han borrado en la versión actual

Calculando IMS:

$$IMS = [1 - (0 + 0)] / 1$$

$$IMS = 1 * 100\%$$

$$\text{IMS} = 100\%$$

Por el resultado se puede decir que el sistema tiene una estabilidad del 100 % que es la facilidad del mantenimiento.

3.4.4 Usabilidad

Es la facilidad de uso, esta métrica nos muestra el costo de aprender a manejar el sistema de control, lo cual se calcula con la siguiente formula:

$$\text{FU} = (\text{sum } (X_i) / n) * 100$$

Tabla 17

Valores en usabilidad

No aceptable	Poco aceptable	Aceptable	Muy aceptable	Aprobada
1	2	3	4	5
0.20	0.40	0.60	0.80	1.00

Nota. Se describe los valores según los parámetros. Elaboración Propia

Tabla 18

Ajuste de preguntas

N°	Preguntas	SI	NO	Interpretación
1	¿Puede utilizar con facilidad el sistema?	5	0	1.00
2	¿Puede controlar operaciones en el sistema solicita?	4	1	0.80
3	¿Las respuestas del sistema son complicadas?	0	5	1.00
4	¿El sistema permitió observar las operaciones que se realizó?	4	1	0.80
5	¿El sistema cuenta con interfaces de usuario agradables a la vista?	4	1	0.80
6	¿las respuestas del sistema son satisfactorias?	4	1	0.80

7	¿Le parece complicadas las funciones del sistema?	4	1	0.80
8	¿Se hace difícil o dificultoso aprender a manejar el sistema?	1	4	0.80
9	¿Los resultados que proporciona el sistema producen un poco más de tranquilidad?	4	1	0.80
10	¿Durante el uso del sistema se produjo errores?	1	4	0.80
Usabilidad				8.40

Nota. Muestra las preguntas que maneja la usabilidad. Elaboración propia

Remplazando en la formula

$$FU = (\text{sum } (X_i) / n) * 100$$

$$FU = (8.40 / 10) * 100$$

$$FU=84\%$$

De acuerdo con la tabla se concluye que el sistema de control tiene un 88% de usabilidad.

3.4.5. Portabilidad

Se toma en cuenta nivel de aplicación, a nivel de hardware:

A nivel de hardware la “automatización de la máquina torceladora” se puede migrar para una implementación y se podrían realizar modificaciones si se lo requiere.

3.4.6. Evaluación Global

La evaluación global se deriva por sumatoria de todos los factores o criterios de calidad que se cuantifica por el tamaño y la complejidad del sistema en términos de las funciones del usuario.

Tabla 19

Factor Global

Criterios	Promedio
Funcionalidad	74%
Confiabilidad	96.3%
Mantenibilidad	100%
Usabilidad	84%
Total	85%

Nota. Describe los promedios del factor de acuerdo a la norma Iso. Elaboración Propia

3.5. ANALISIS DE COSTOS

Calculemos el esfuerzo, pero para hallar este valor necesitamos hallar la variable KLCD (kilo-Líneas de Código).

En el sistema desarrollado se implementarán:

Líneas de código para el programa de controlador del PIC en lenguaje C que son 459 líneas por lo tanto tenemos la ecuación.

$$KLCD=LCD/1000$$

$$KLCD=459/1000$$

$$KLCD=0.459$$

La variable KLCD pertenece al modelo intermedió. Ahora aplicaremos la formula COCOMOII.

Tabla 20

Constantes Cocomo II

Modo	A	B	C	D
Orgánico	2.40	1.05	2.50	0.38
Semilibre	3.00	1.12	2.50	0.35
Rígido	3.60	1.20	2.50	0.32

Nota. Describe las contantes según Cocomo II. Adaptado de adaptado de B Boehm

a) Esfuerzo

$$E=a*(KLDC)^b \text{ Persona/mes}$$

$$E=3 * (0.459)^{1.12} \text{ Persona/mes}$$

$$E=1.54 \text{ Personas / mes}$$

b) Tiempo

$$T=c(E)^d \text{ Mes}$$

$$T=2.50 * (0.240)^{0.35}$$

$$T=1.51 \text{ Mes}$$

c) Número de personas requeridas

$$NP=E / T$$

$$NP=1.54 / 1.51$$

$$NP=1.01$$

$$NP=1 \text{ persona}$$

d) Costo total del sistema

En resumen, para el desarrollo del sistema se requiere una persona estimado un trabajador de 1.5 mes, el salario del programador será de 1500 sus

$$CT = \text{Sueldo Mes} * NP * T$$

$$CT = 500 * 1 * 1$$

$$CT = 500 \text{ sus}$$

$$CT=3480 \text{ bs}$$

3.5.1 Costo Estructura de la máquina

En nuestro medio contamos con un sueldo mínimo de así también un sueldo establecido para técnico superior, este sueldo oscila de 3500 a 4000 bolivianos partiremos de la media de estos dos montos.

$$Media = \frac{Sueldo\ 1 + sueldo\ 2}{2}$$

$$Media = \frac{3500 + 4000}{2}$$

Media = 3750 bolivianos = sueldo mensual de 3750 bolivianos

Considerando días laborales es de 27 días

La paga por días sería:

Sueldo día laboral= S.D.L.

$$S. D. L = \frac{Sueldo\ mensual}{Días\ laborales} \quad SDL = \frac{3750\ bs}{27\ días}$$

Sueldo Día Laboral = 138.9 bolivianos /días

El sueldo de mano de obra está en base a 138.9 bs por día.

Para la construcción de la máquina torceladora se concluyó en 4 días de la cuales se trabajó 3 días de 4 horas y una de 8 horas.

Cabe entender que el horario laboral es de 8 horas por día, teniendo estos datos se calculó el sueldo que se debe de percibir por la elaboración del proyecto.

Elaboración del proyecto = 3 días de 4 horas y 1 día de 8 horas.

Sueldo por la elaboración de la maquina = SEM

$$SEM = 3 \times 138.9\ bs$$

$$SEM = 416.7\ bolivianos$$

Dividimos entre dos por la media jornada laboral

$$SEM = (416.7bs / 2) + 138.9$$

$$SEM = 416.7\ bs / 2$$

Sueldo por la elaboración de la maquina = 347.8 bolivianos

El sueldo que se debe de percibir es de 348 bolivianos, si lo redondeamos, para la ejecución se tuvo que realizar con herramientas y el ensamble del mismo.

3.5.2 Costos de Implementación de componentes del Diseño

La siguiente tabla muestra una descripción de los costos generados para la construcción de la máquina automatizada donde pondremos los costos específicos de los componentes utilizados

Un prototipo nos permite aterrizar una idea, con sus análisis y puesta en práctica, detectar falencias y todo lo que permita mejorar su desempeño. Así este apartado presenta los costos en cuanto a la valoración monetaria de la máquina, en otras palabras, aquí se pretende exponer los precios de los componentes utilizados en el armado de la máquina.

En la tabla muestra el primer cuadro de estimaciones según la descripción del proceso presentado en el apartado de este tema. A simple vista se puede evidenciar que los componentes industriales tienen un elevado costo por la naturaleza de su funcionamiento. Sin embargo, no se puede negar que esta práctica acerca al prototipo más posible de la industria.

Tabla 21

Costo de materiales de ensamblaje

	Descripción	Cantidad	P /U (Bs)	Precio total (Bs)
Operador	Pulsador paro	1	20	20
	Pulsador marcha	1	20	20
control	Parada de emergencia	1	25	25
	Microcontrolador PIC 18f4550	1	60	60
	LCD 20X4	1	55	55
	Potenciómetro lineal 10 KOHM	1	120	120
	Variador WEG 0.5HP	1	750	750
	Torcelado	Variador Bradley 1HP	1	1100
y	Motor Trifásico ½ HP	1	520	520
enconado	Motor Trifásico 1/3 HP	1	420	420
	Interruptor termo magnético 10 A	1	40	40

Fuente 24 DC	1	150	150
Sensor inductivo	1	86	86
Metal tex NPN			
Cables Eléctricos	5 m	3	40
Olla torceladora	1	750	750
Cono	5	30	150
Estructura			348
Tarjeta de Control			300
Total			4.954

Nota. Describe los costos de ensamble. Elaboración propia.

El total asciendo a Bs 4.954 solo considerando la parte de componentes mínimos necesarios para el prototipo de la máquina. Desde un enfoque formativo podría resultar costoso, pero se debe tomar en cuenta que desde el enfoque industrial el mayor interés es la garantía del funcionamiento a las mayores exigencias, por ello su elevado costo, Asimismo, toda inversión industrial tiende a considerar una recuperación de inversión a mediano largo plazo.

Una vez ya obtenidos los costos de software y hardware podremos detallar en la siguiente tabla:

Tabla 22

Descripción de costos totales

DESCRIPCIÓN DE LOS COSTOS TOTALES	
Hardware	4.954 Bs.
Software	3.480 Bs.
Costo total	8.434 Bs

Nota. Se observa los costos totales de la máquina automática. Elaboración propia

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Este apartado tiene la finalidad de exponer las conclusiones y recomendaciones a las cuales se llegaron una vez concluido el presente proyecto. Estas conclusiones vertidas están relacionadas de manera directa a los objetivos planteados a lo largo del desarrollo. Por ello también representan, en su conjunto, las consecuencias generadas del planteamiento del problema.

- Se diseñó una maquina automática de torcelado y enconado para la microempresa confección de mantas “Nelly” que mejoro la productividad calidad de los procesos artesanales hecho de fibras naturales.
- Se logró analizar la situación actual de la microempresa “Confección de mantas Nelly”, se generó caminos de mejora en el proceso de torcelado de lana de alpaca
- Se mejoró la calidad del torcelado con el uso de la máquina automatizada donde se logró obtener un torcelado fino y en un tiempo reducido
- Se logró diseñar una propuesta de automatización para el torcelado de lana, a través de la metodología Karl Ulrich
- Se logró calcular cuántos metros de lana necesita en un producto terminado de manta
- Se logró disponer la lana torcelada con torsiones Z y S listo para el tejido con la finalidad que ayude en las entregas puntuales para satisfacer al cliente.

4.2. RECOMENDACIONES

En base al proceso de desarrollo del proyecto se observaron las siguientes recomendaciones que serán de gran utilidad las cuales son:

- Se recomienda utilizar este tipo de automatización para que puedan ayudar a la producción artesanal
- Realizar mantenimiento preventivo mensualmente y verificar el buen funcionamiento de cada motor.
- Realizar la limpieza respectiva de los variadores de frecuencia
- Al presentar la propuesta de diseño de máquina automática de torcelado, se pudo percibir que la empresa que la empresa cuenta con las posibilidades de la ejecución del mismo, el proyecto puede ser potenciado de diferentes formas.

BIBLIOGRAFÍA

- Karl Ulrich – Steven D. Eppinger, Diseño y Desarrollo de Productos, 5ta Edición, Mc Graw Hill, México, 2013
- Antonio Cabanes Hilatura de algodón, Buenos Aires, 2012
- Federico López. Puntos notables en la curva de torsión-resistencia de los hilos, 2012
- Alexander Chávez (2013) Factibilidad para la implementación de la producción más limpia de una planta de hilado acrílico. Lima- Perú
- Gabriela Gutiérrez (2017) Diseño de un centro integral alpaqueo en el municipio de Tihuanaco, La Paz- Bolivia
- Leonardo Arana (2017) Variador de Frecuencia para el control de velocidad de motores asincrónicos. Quito
- Elizabeth Chanji, (2017) Industrialización de hilado de fibra de alpaca
- Castillo, M. J. C. (2020). *Automatismos industriales*. Editex.
- Tecnical.com. (s.f.). *Manual de seguridad de máquina* TECNICAL.
- *AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES-I*. (2020). Caracas: IES Fr. Martín Sarmiento – Dpto. De Electricidad
- Velázquez, J. C. (2003). Como Justificar Proyectos de Automatización. *Automatización CIM de la URP*, 25.
- Vanegas (2009) Automatización Industrial – Bogotá
- Alexander Palma (2012), Propuesta de diseño de una maquina automatizada para optimizar la operación de cortes rectos en la manufactura de muebles en melanina. Lima-Perú.
- Máquinas asíncronas. (s. f.). dfs.uib.es. Recuperado 3 de noviembre de 2021, de : [http://dfs.uib.es/GTE/education/industrial/con_maq_electriques/teoria/Transparencias%20\(Univ.%20Pontificia%20Comillas\)/Introduccion%20Maquinas/sld011.htm](http://dfs.uib.es/GTE/education/industrial/con_maq_electriques/teoria/Transparencias%20(Univ.%20Pontificia%20Comillas)/Introduccion%20Maquinas/sld011.htm)
- EcuRed. (s. f.).
- Motor eléctrico - *EcuRed*. Recuperado 3 de noviembre de 2021, de https://www.ecured.cu/Motor_el%C3%A9ctrico

- <https://www.tecnical.cat/apunts-tecnics/cas-seguridad-en-maquinas-apuntestecnicos-tecnical-manresa-igualada.pdf>
- Muestra de la pantalla lcd 20x4. Adaptado de “Pantalla Lcd 20x4“, Ramdal. www.Rambal.com
- Grabador de PiC18F4550 desde mikroC pro for Pic, adaptado de manual *de manejo mikroC* <https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/lenguajes-de-programacion>) FT90X 2019
- Motor trifásico y su simbología. Adaptado de Exhibir 2010 motor trifásico (<https://exhibirequipos.com/producto/motor-trifasico-weg-w22-5hp-1800rpm-carcasa-hierro>) SD005183CQA
- ventana principal del mikroC , adaptado de manual *de manejo mikroC* <https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/lenguajes-de-programacion>) FT90X 2019
- pulsador marcha y para que permiten la función de una máquina, adaptado de cosas tecnológicas (<https://www.areatecnologia.com/electricidad/pulsador.html>)

MANUAL DE USUARIO

FUNCIONAMIENTO

Descripción

La máquina dispone de un selector ON/OFF, funciona con dos pulsadores, indicador de programa arrancado (verde) y paro de programa seleccionado esperando un nuevo programa de inicio (Rojo).

La máquina puede operar de un solo modo de control: modo automático (control por mando) el cual se elige el modo automático una vez energizado.

INICIALIZACION

Cada vez que el usuario desee trabajar con la maquina deberá seguir una secuencia de encendido y ejecutar unas operaciones de inicialización.

Secuencia de encendido y apagado

Para iniciar asegúrese de tener la maquina esté conectada a una red de 220V /50-60. En seguida las siguientes instrucciones.



1. Accionar el interruptor ON/OFF y dejarlo en posición ON, automáticamente se encenderán los variadores.



2. Accionamos la fuente de poder que maneja nuestra programación, el LCD encenderá para su funcionamiento.

3. Para tener buena comunicación con el sistema implementado en la maquina podemos manejar el menú que tiene y acomodarlo según lo que necesite hacer el usuario.



4. Pulsamos por 4 segundos el pulsador marcha(verde), esto nos llevara a los menús que tiene el programa donde podemos cambiar de torcelado a solo enconado.



5. Con el botón paro (rojo) se puede seleccionar lo que necesites que desea ser modificado.

6. Una vez que decidamos cambiar lo requerido volvemos a apretar el botón marcha (verde), esto ara funcionar al menú y podemos seguir apretando hasta encontrar la opción salir.

* Ahora nos muestra la opcion torsion en z, si requerimos esa opcion lo podemos cambiar o de lo contrario seguir buscando opciones con el boton marcha (verde).



* Al momento de seguir apretando el boton marcha (verde) nos encontramos con la segunda opcion que tiene la máquina, en este caso es la torsión en s, esto nos dice que esa opción torcelara en sentido

opuesto de la torsion z en el caso que ya este la maquina con esa opcion solo lo dejamos como esta y seguimos apretando el botón marcha (verde).

* Ya apretando nuevamente el botón marcha podemos ver que nos llevo a la opción de incrementar la velocidad para el enconado, esto varia mucho si queremos que este muy torcelado o no, ya que el enconado jalara la lana de lo que se esta torcelando, en el caso de no hacer cambios volvemos a pulsar el botón verde (marcha).





* Apertando una vez mas el botón verde (marcha), podemos observar que nos muestra otra opción que es el decremento, esto nos dice que podemos decrementar la velocidad en el caso que lo

necesitemos, si puede ser el caso de decrementar la velocidad podemos hacerlo bajando de 10 en 10, o de lo contrario solo seguimos la apertando el botón marcha (verde).

* Nos encontramos con la opción que tiene el menú, en este caso es la opción salir, para poder seleccionar esa opción apertamos el botón paro (rojo) para que seleccione la opción y nuevamente volvemos al inicio para torcelar o solo enconar.



7. En el caso de seleccionar enconado solo funcionara la parte de arriba donde se encarga de enconar.

8. En el caso de seleccionar torcelado funcionara la olla que ara el respectivo torcelado para la máquina y a la vez pueda ser enconado el mismo producto.



9. Una vez teniendo ya sea enconado o torcelado apretamos nuevamente el botón macha(verde) para que pueda inicializar su producción.



10. Si en el caso el usuario pueda incrementar la velocidad y le parece muy veloz o muy lento, existe un potenciómetro que ayudara a regular la velocidad manualmente para que tenga más comodidad al momento de que la maquina esté en funcionamiento.



MANUAL TÉCNICO





Lea atentamente las instrucciones de este manual antes de proceder al manejo del mismo. Inspeccione la maquina antes de usarla y verifique si la lana esta puesto de forma correcta.

Precauciones y recomendaciones




- No utilice cables eléctricos con aperturas para evitar el riesgo de descargas eléctricas.
- No intente desmontar la maquina o sacar sus accesorios, el mantenimiento del mismo solo podrá ser realizado por personal calificado.
- Mantenga a los niños y animales alejados de la máquina cuando esté en funcionamiento.
- Se recomienda que los repuestos sean del mismo modelo.
- Uso de mascarilla o cubre boca: son de uso indispensable en área de torcelado e hilado, debido a la limpieza constante de máquinas hace que el ambiente permanezca contaminado con residuos de polvo fibras, etc.
- Protección auditiva: el ruido constante en el salón hace necesario el uso de estos protectores.
- Gafas protectoras: Si el operario tiene problemas de irritación visual o cualquier otro problema relacionado con los ojos es indispensable uso de estas.


Símbolos de Advertencia

Las advertencias le protegen sobre situaciones que pueden derivar en lesiones serias o incluso la muerte, y/o producir daños en el equipo, y le aconsejan sobre cómo evitar el peligro. Los siguientes símbolos se utilizan en este manual:

Símbolo	Nombre	Instrucción
	Peligro	Pueden ocurrir lesiones físicas serias o incluso la muerte si no se siguen los requerimientos pertinentes
	Advertencia	Pueden ocurrir lesiones físicas o daños en los dispositivos si no se siguen los requisitos pertinentes
	Descarga electrostática	Se pueden producir daños en la placa PCB si no se siguen los requerimientos pertinentes
	Lados calientes	Los lados del dispositivo se pueden calentar. No tocar.

Pautas de la seguridad

	<ul style="list-style-type: none"> Sólo electricistas cualificados pueden operar con el variador de frecuencia No realice ningún cableado, comprobación, o cambio de componentes cuando el equipo esté en tensión. Asegúrese de que la tensión de entrada de potencia esté desconectada antes de realizar cualquier tipo de cableado o comprobación, y espere siempre como mínimo el tiempo indicado en el variador de frecuencia o hasta que la tensión DC del bus de continua sea inferior a 36V. A continuación se muestra la tabla de tiempos de espera en función de la potencia del equipo:
	<ul style="list-style-type: none"> No repare el variador de frecuencia de forma no autorizada; si se hiciera, podría ocurrir un incendio, una descarga eléctrica u otra lesión.
	<ul style="list-style-type: none"> Las partes y componentes eléctricos que se encuentran dentro del variador son electrostáticas. Tome medidas para evitar la descarga electrostática y trabajar así de forma adecuada.

	<ul style="list-style-type: none"> Las partes y componentes eléctricos que se encuentran dentro del variador son electrostáticas. Tome medidas para evitar la descarga electrostática y trabajar así de forma adecuada.
---	--

Instalación mecánica del variador de frecuencia

El ambiente de instalación es importante para un rendimiento completo y un funcionamiento estable a largo plazo del variador. Revise el ambiente de instalación comprobando lo siguiente:

Ambiente	Condiciones
Tipo de instalación	
Temperatura ambiente	Si la temperatura ambiente del variador está por encima de 40°C, desclasificar un 3% por cada grado adicional. No se recomienda utilizar el variador si la temperatura ambiente está por encima de 50°C. Con tal de mejorar la fiabilidad del equipo, no utilice el variador si la temperatura ambiente cambia frecuentemente. Por favor instale un ventilador de refrigeración o aire acondicionado para controlar que la temperatura ambiente interna esté por debajo de lo requerido si el variador se monta en un espacio cerrado, como por ejemplo un armario eléctrico. Cuando la temperatura es demasiado baja, si el variador necesita ser reiniciado después de estar apagado durante un largo periodo de tiempo, es necesario añadir un dispositivo calefactor externo con tal de incrementar la temperatura interna del armario eléctrico (por ejemplo, resistencias calefactoras). Si lo anterior no se tiene en cuenta, se pueden producir daños en el equipo.
Humedad	Humedad relativa ≤90% La condensación no está permitida La humedad relativa máxima debe ser igual o inferior al 60% cuando el variador se encuentra en un ambiente corrosivo.
Temperatura de almacenaje	-30°C~+60°C
Condiciones del ambiente de operación	<p>El sitio donde el variador está instalado debería:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estar alejado de fuentes de radiación electromagnéticas • Estar alejado de aire contaminante, como gas corrosivo, niebla de aceite y gases inflamables • Asegurar que objetos extraños, como polvo metálico, polvo, aceite y agua, no puedan entrar en el variador (no instale el variador sobre materiales inflamables como madera) • Estar alejado de la luz solar directa, niebla de aceite, vapor y evitar vibraciones

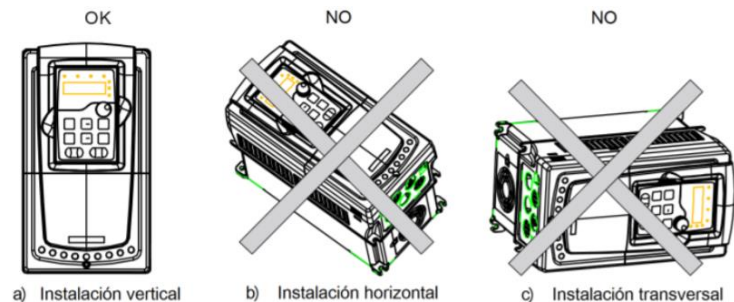
Altitud	Menos de 1000m Si el variador debe estar por encima de los 1000m sobre el nivel del mar, éste debe desclasificarse un 1% por cada 100 metros adicionales.
Dirección de instalación	El variador debe ser instalado en una posición vertical para asegurar una refrigeración adecuada.

Nota:

- Los variadores CV50 deben ser instalados en un ambiente limpio y ventilado, y según su índice de protección.
- El aire de refrigeración debe ser limpio, libre de materiales corrosivos y de polvo eléctricamente conductor.

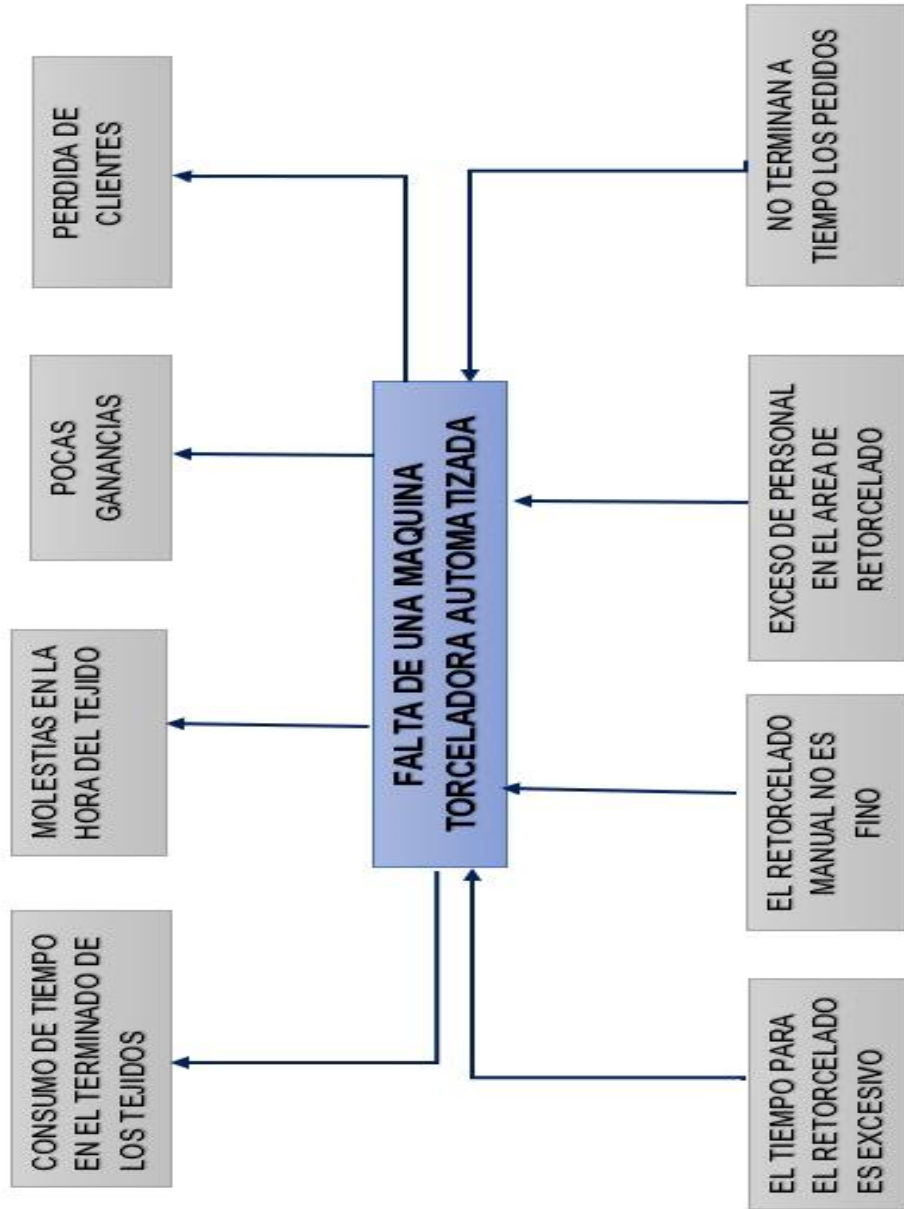
Dirección de instalación

- El variador puede ser instalado en la pared o en un armario eléctrico.
- El variador debe ser instalado en una posición vertical. Revise el sitio de instalación según los siguientes requerimientos. Refiérase al apartado Dimensiones en el apéndice para más detalle.

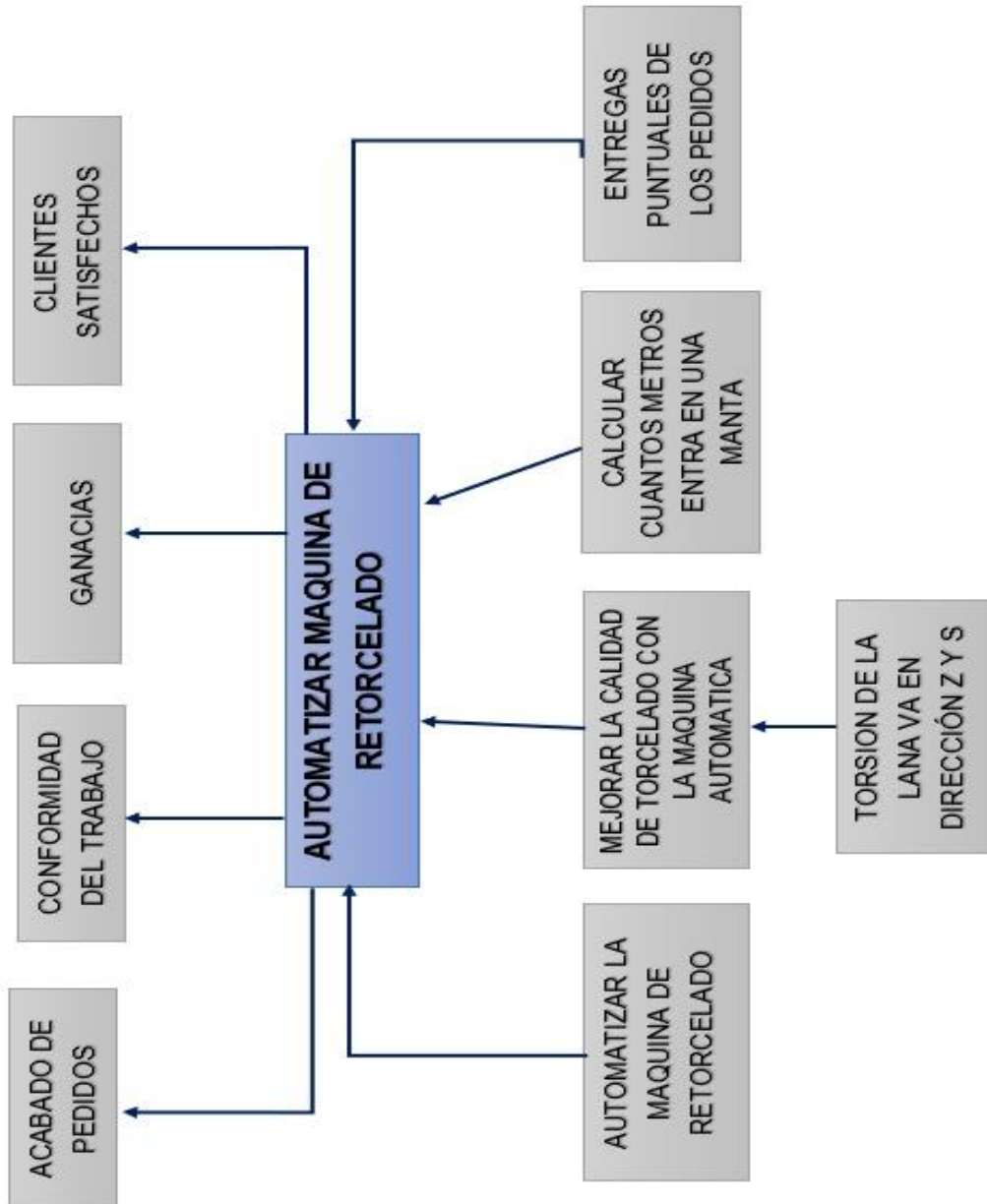


ANEXOS

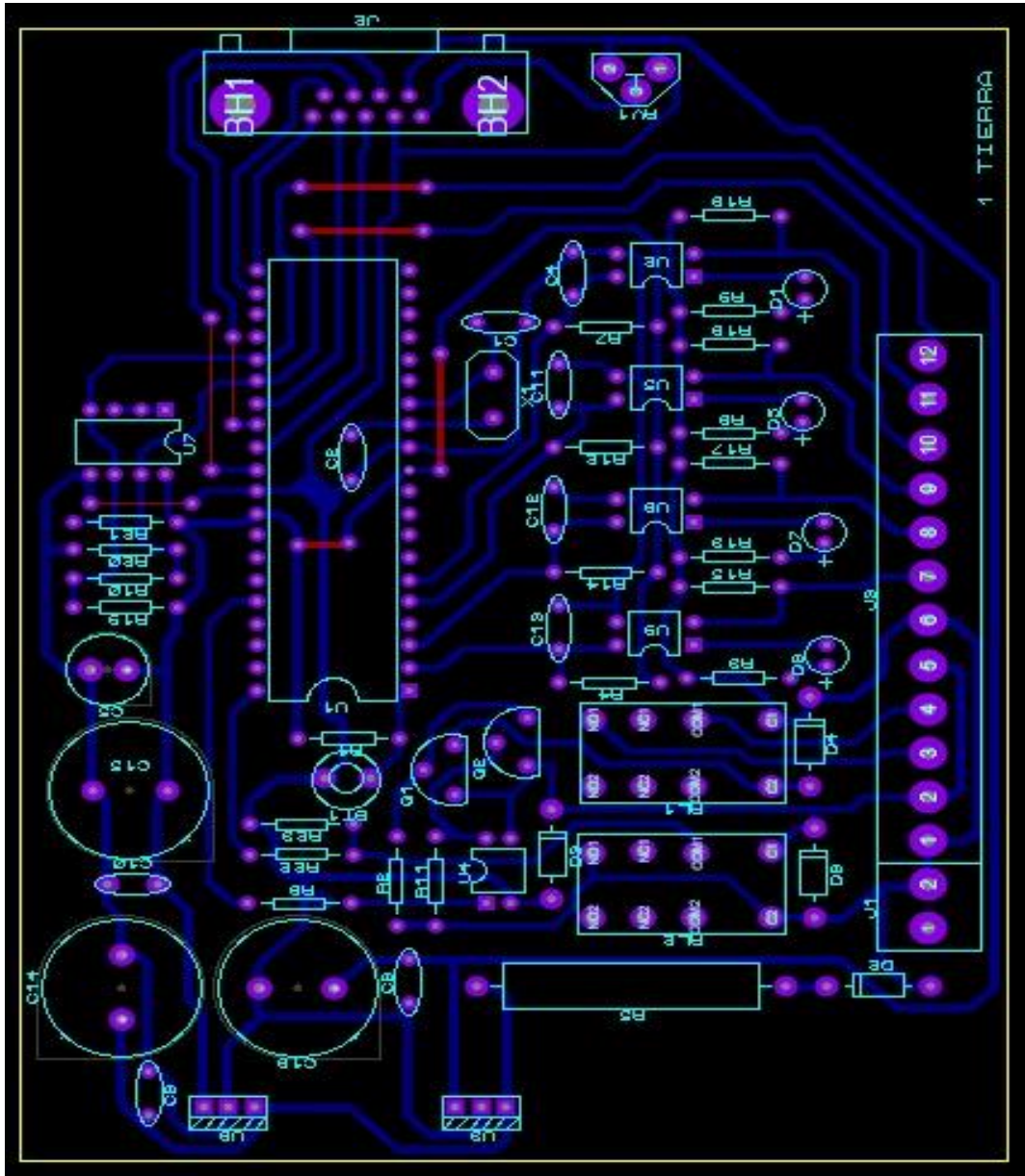
ANEXO A ARBOL DE PROBLEMAS



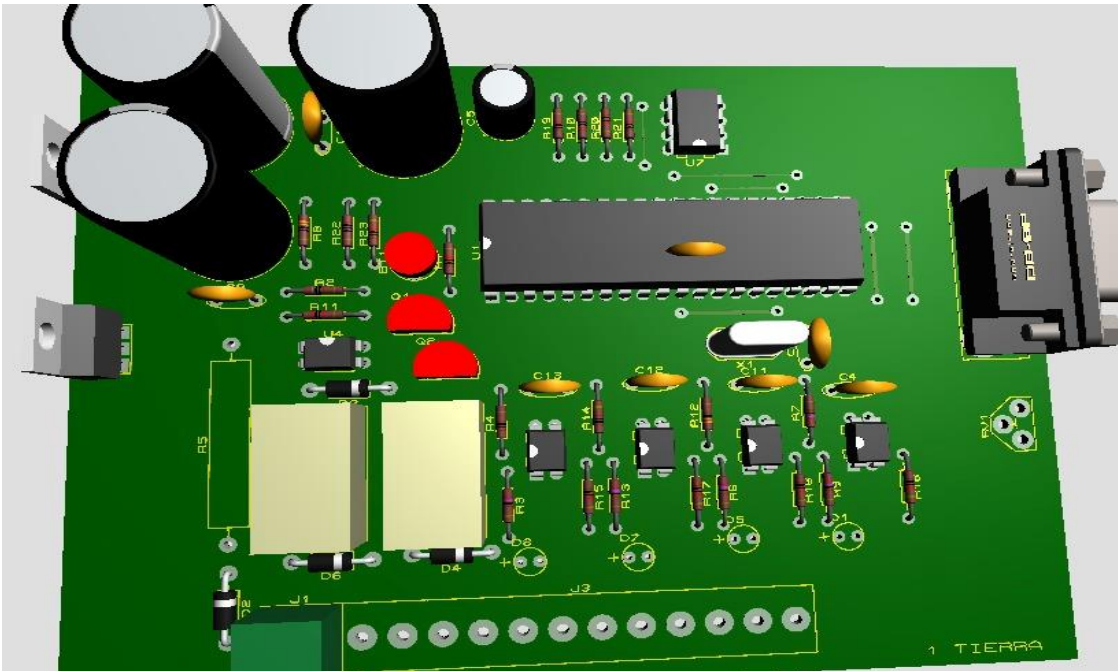
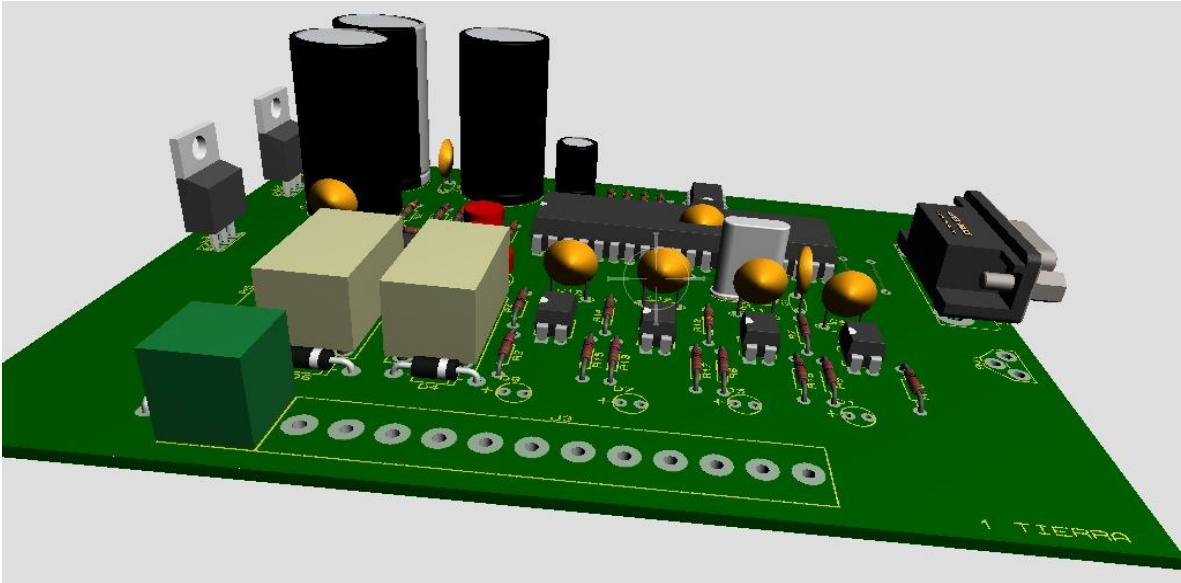
ANEXO B
ARBOL DE OBJETIVOS



ANEXO C MUESTRA DE LA PLACA EN PROTEUS



ANEXO D
MUESTRA DE LA PLACA EN 3D



PROFORMA

Señores: CAROLINA CALLISAYA NINA

Teléfono:

Atención:

Referencia:

e-mail:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNI	CANT	P/UNIT	P/TOTAL
1	POTENCIOMETRO LINEAL TAYEE10KOHM.	PIEZA	1	180,00	180,00
2	BOTONERA COMANDO CHINT ROJO 1NC NP2-EA42	PIEZA	1	15,00	15,00
3	BOTONERA COMANDO CHINT VERDE 1NA NP2-EA31	PIEZA	1	15,00	15,00
4	BOTONERA PARADA DE EMERGENCIA CAMSCO LMB-ES4 1NC /CHINT	PIEZA	1	25,00	25,00
5	VARIADOR WEG CFW500 A07POS2 MONOF- TRIF 220 2HP 1.5KW	PIEZA	1	1.865,00	1.865,00
6	VARIADOR WEG CFW100 C04P2 MONOF. 1HP 1233755	PIEZA	1	1.335,00	1.335,00
7	MOTOR TRIFASICO 220/380 1430 RPM 1/2HP 4P T220 50HZ IP55	PIEZA	1	990,00	990,00
8	MOTOR TRIFASICO 220/380 1430 RPM 3/4HP 4P T220 TE6 IP55	PIEZA	1	1.130,00	1.130,00
9	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO CHINT NB1 3P 6KA C 10AMP	PIEZA	1	80,00	80,00
10					
11					
12					
13					
14					
15					

 **Electroindustrial S.R.L.**
Av. Jorije Carrasco N° 50
Fono: 2825055

SUB TOTAL Bs 5.635,00

TOTAL Bs 5.635,00

CONDICIONES DE VENTA

Valides Oferta : 10 Días

Forma Pago: CONTADO

Cualquier duda o consulta:

Martin Osorio

Celular: 69849114

m.osorio@electroindustrial.com.bo



LA PAZ:
Av. Montes N° 603, esq. Uruguay
Central Piloto: (591-2) 2282428
electroredlp@electrored.com.bo

SANTA CRUZ:
Av. Santa Cruz N° 262
Central Piloto: (591-3) 3368888
electroredsc@electrored.com.bo

COCHABAMBA:
C. Tumusla N° 36
Central Piloto: (591-4) 4583221
electroredcbba@electrored.com.bo

COTIZACIÓN DE VENTAS

DATOS CLIENTES

CLIENTE/EMPRESA: JUDITH CALLISAYA

TELEFONO:

ATENCIÓN:

FAX:

E-MAIL:

CELULAR:

SOLICITUD N°: 2137253

NIT: 0

DIRECCIÓN:

#	Código	Descripción	Marca	Procedencia	Cantidad	U/M	Precio	Total
1	230	POTENCIOMETRO LINEAL ABB 10KOHM.	ABB	ALEMANIA	1	PZA	BS 388.7	BS 388.7
2	1	BOTONERA ABB PLANO ROJO 1NC	ABB	SUECIA	1	PZA	BS 74.69	BS 74.69
3	2	BOTONERA ABB PLANO VERDE 1NA	ABB	SUECIA	1	PZA	BS 74.69	BS 74.69
4	5	BOTONERA DE EMERGENCIA ABB TIPO HONGO 30MM 1NC	ABB	SUECIA	1	PZA	BS 100.73	BS 100.73
5	5589	VARIADOR ABB 1.5 KW 2HP 220V MONOF ACS150-01E-07A5-2	ABB	FINLANDIA	1	PZA	BS 2,188.59	BS 2,188.59
6	140	INT TERMOMAG 6/10KA ABB 2x10A DIN	ABB	ARGENTINA	1	PZA	BS 105.01	BS 105.01
7	6517	SENSOR INDUCTIVO METALTEX I18-5-DNC NPN 10-36VDC	METALTEX	BRASIL	1	PZA	BS 85.79	BS 85.79

SON: *Dos mil setecientos dieciséis Bolivianos con Treinta y ocho Centavos*

Subtotal BS 3,018.2

RESPONSABLE Y CONSULTA

Descuento 10.0000 %

NOMBRE: LPB01 Gonzales Mendoza Edgar Richard

Total BS 2,716.38

CARGO:

CELULAR: 682-23197

El Alto, Noviembre de 2021

Señor(a):

Ing. Maricel Yarari Mamani

TUTOR METODLOGICO TALLER II

Presente

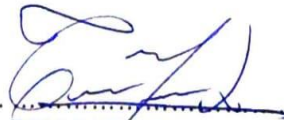
REF.: Aval de conformidad

Distinguida Ingeniera

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado "DISEÑO DE UNA MAQUINA AUTOMATIZADA TORCELADORA DE LANA DE ALPACA" CASO: MICROEMPRESA DE CONFECCIÓN DE MANTAS "NELLY", que propone la postulante Judith Carolina Callisaya Nina, con cédula de identidad 12363189 L.P., para su defensa publica, evaluación correspondiente a la materia Taller de Grado II, de acuerdo a reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente.



ING. EDWIN TINTAYA QUENTA
TUTOR REVISOR

El Alto, Noviembre de 2021

Señor(a):

Ing. Maricel Yarari Mamani

TUTOR METODLOGICO TALLER II

Presente

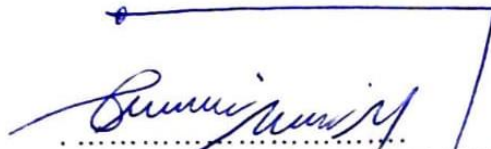
REF.: Aval de conformidad

Distinguida Ingeniera

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado "DISEÑO DE UNA MAQUINA AUTOMATIZADA TORCELADORA DE LANA DE ALPACA" CASO: MICROEMPRESA DE CONFECCIÓN DE MANTAS "NELLY", que propone la postulante Judith Carolina Callisaya Nina, con cédula de identidad 12363189 L.P., para su defensa publica, evaluación correspondiente a la materia Taller de Licenciatura II, de acuerdo a reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente.



M.Sc. GREGORIO MAMANI MAMANI
TUTOR ESPECIALISTA

El Alto, Noviembre de 2021

A: Ing. David Carlos Mamani Quispe
DIRECTOR DE LA CARRERA INGENIERIA DE SISTEMAS
A: Honorable Consejo de Carrera
INGENIERIA DE SISTEMAS UPEA

Presente

REF.: Aval de conformidad


Distinguida Ingeniera

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado "DISEÑO DE UNA MAQUINA AUTOMATIZADA TORCELADORA DE LANA DE ALPACA" CASO: MICROEMPRESA DE CONFECCIÓN DE MANTAS "NELLY", que propone la postulante Judith Carolina Callisaya Nina, con cédula de identidad 12363189 L.P., para su defensa pública, evaluación correspondiente a la materia Taller de Grado II, de acuerdo a reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente.


.....
ING. MARICEL YARARI MAMANI
TUTOR METODOLÓGICO

CONFECCION DE MANTAS
"NELLY" 

La Paz 25 de Noviembre 2021

Señor:

Ing. David Carlos Mamani Quispe

**DIRECTOR DE LA CARRERA INGENIERIA DE SISTEMAS
UNIVERSIDAD PUBLICA DE EL ALTO**

Presente. -

Ref.: AVAL DE CONFORMIDAD

De mi mayor consideración:

Mediante la presente reciba un cordial saludo, en calidad de responsable de la microempresa CONFECCION DE MANTAS "NELLY", Avala que la señorita Judith Carolina Callisaya Nina con C.I.: 12363189 L.P., desarrollo su Proyecto de Grado con el nombre "DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA TORCELADORA DE LANA DE ALPACA", mostrando capacidad, entusiasmo, proactividad y confraternidad con sus compañeros, poniendo la implementación de la maquina automatizada en el área de torcelado con sus respectivas funciones, para su defensa publica en la U:P:E:A. (Universidad Pública de El Alto).

Es lo que puedo certificar para fines correspondientes del interesado


Ninfa Gomez Nina
GERENTE GENERAL
CONFECCIONES DE MANTAS
"NELLY"

NINFA GOMEZ NINA
GERENTE GENERAL

Urbanización los Pósitos
El Alto La Paz Bolivia
TELEF: +59122982717
73587058-73555479