



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN MECATRÓNICA

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA
ENROLLADORA DE OBLEAS PARA LA OBTENCIÓN DE CONOS DE
HELADOS**

AUTOR: NANCY VERONICA TUGUNANGO CABEZAS

DIRECTOR: ING. WASHINGTON MOSQUERA

IBARRA - ECUADOR

SEPTIEMBRE 2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

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

DATOS DEL CONTACTO	
Cédula de Identidad	1719491340
Apellidos y Nombres	Tugunango Cabezas Nancy Verónica
Email	nvtugunangoc@utn.edu.ec
Teléfono Fijo	022110498
Teléfono Móvil	0983206930
DATOS DE LA OBRA	
Título	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MAQUINA AUTOMATICA ENROLLADORA DE OBLEAS PARA LA ELABORACION DE CONOS DE HELADOS
Autor	Tugunango Cabezas Nancy Verónica
Fecha	Septiembre del 2017
Programa	Pregrado
Título por el que aspira	Ingeniero en Meca trónica
Director	Ing. Washington Mosquera

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Tugunango Cabezas Nancy Verónica, con cédula de identidad N° 1719491340, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

CONSTANCIAS

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



TugunangoCabezas Nancy Veronica

Cédula: 171949134-0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Tugunango Cabezas Nancy Verónica, con cédula de identidad N° 1719491340, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA ENROLLADORA DE OBLEAS PARA LA ELABORACIÓN DE CONOS DE HELADOS”, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Meca trónica, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en el formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

TugunangoCabezas Nancy Veronica

Cédula: 171949134-0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecánica con el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA ENROLLADORA DE OBLEAS PARA LA ELABORACIÓN DE CONOS DE HELADOS”, ha sido desarrollado en su totalidad por la Srta. Nancy Verónica Tugunango Cabezas, con cédula de identidad N° 1719491340, bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia.

Ing. Washington Mosquera

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Nancy Verónica Tugunango Cabezas, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Nancy Verónica Tugunango Cabezas'.

TugunangoCabezas Nancy Veronica

Cédula: 171949134-0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

El trabajo de investigación lo dedico a Dios por ser la luz que alumbró mi camino, darme la oportunidad de prepararme, y la realización de mis objetivos.

A mi madre, por su trabajo y ejemplo de lucha y saber llegar a los objetivos propuestos.

A mi pequeña Odalys que con tu inocencia me das luz para continuar el camino de la vida y vencer los obstáculos que la misma lo presente.

A mi padre y hermano que ellos que me brindan su amor, comprensión y paciencia, por darme su apoyo incondicional en todo momento, sin importar la situación en la que se encontraran.

A ti Roberth que a pesar de todo me has demostrado tu apoyo y saber salir adelante a pesar de todas las circunstancias que sean presentado en el transcurso de la vida.

A ti Lilium que demostraste y demostraras tu lucha por conseguir tus sueños cada día de tu vida, sin importar la adversidad que se te presenta.

A todos los que han sido parte de mi vida y de esta etapa que la he logrado culminar y que me brindan la oportunidad de continuar avanzando.

Nancy V.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la fuerza necesaria para cumplir mis objetivos y mis sueños.

A mis padres y hermano, por proporcionar el apoyo a cada instante para alcanzar mis visiones.

Al Ing. Washington Mosquera por el soporte brindado y la pauta en el avance de la elaboración del trabajo de grado presentado.

A la Universidad Técnica del Norte, la facultad de ingeniería en ciencias aplicadas y de modo especial a los maestros docentes quienes me instruyeron con su conocimientos, para ser siempre útiles en la vida profesional.

A mis amigos y amigas y demás familiares que intervinieron de modo directo o indirecto en la elaboración del plan de tesis.

Nancy T.

RESUMEN

El proceso de enrollamiento de las obleas para dar forma a los ya tan conocidos conos de helados se los realiza con utensilios extremadamente rústicos y con un alto índice de posible contaminación haciendo que estos productos carezcan de medidas de higiene y seguridad la maquinaria propuesta plantea mitigar lo antes expuesto además de tener la posibilidad de adecuar el ritmo de trabajo en función de la disponibilidad de obleas prestas a ser moldeadas.

Para el desarrollo de esta máquina se ha tomado en cuenta los factores anteriormente mencionados pero a más de eso la velocidad de enrollado tiempo de endurecimiento y textura de la oblea tiempo de enrollado y los distintos materiales usados en estas tareas en el sector artesanal.

Expondremos los distintos cálculos de los árboles de transmisión así como los distintos mecanismos usados en el sistema de transmisión de potencia, así también el de la estructura q soportara todo el sistema de enrollado además las conexiones eléctricas, neumáticas programación del controlador lógico y programa q comandara los sistemas eléctricos de la máquina.

Para finalmente mostrar toda la máquina con cada una de sus partes en un ensamblaje final y en funcionamiento de la misma.

SUMMARY

The process of wrapping the wafers to shape the already well-known ice cream cones is done with extremely rustic utensils and with a high index of possible contamination making these products lack of hygiene and safety measures the proposed machinery proposes to mitigate what Previously exposed in addition to being able to adjust the work rate according to the availability of wafers ready to be molded.

For the development of this machine has taken into account the factors mentioned above but to more than that the speed of curl time of hardening and texture of the wafer time of winding and the different materials used in these tasks in the craft sector.

We will explain the different calculations of the transmission shafts as well as the different mechanisms used in the power transmission system, as well as the structure that will support the entire winding system, besides the electrical and pneumatic connections. The electrical systems of the machine.

To finally show the entire machine with each of its parts in a final assembly and in operation of the same.



ÍNDICE DE CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	I
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	II
CONSTANCIAS	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	III
CERTIFICACIÓN.....	IV
DECLARACIÓN	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	VIII
SUMMARY	IX
ÍNDICE DE CONTENIDO	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE ECUACIONES	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	XX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XXI
JUSTIFICACIÓN.....	XXII
OBJETIVOS	XXIII
OBJETIVO GENERAL	XXIII
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XXIII
ALCANCE Y LIMITACIONES.....	XXIII
ANTECEDENTES.....	XXIV
METODOLOGÍA.....	XXV
INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	XXVI
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....	XXVI
MODELAMIENTO MATEMÁTICO.....	XXVI
DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	XXVII
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	XXVII
PRUEBAS Y RESULTADOS.....	XXVII
CAPÍTULO I. MARCO REFERENCIAL.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONO.....	1

1.1.1 TIPOS DE CONOS.....	2
1.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACION DE CONOS.....	4
1.2 MÁQUINAS ENROLLADORAS DE OBLEAS PARA LOS CONOS DE HELADO.....	5
1.2.1 PROCESOS DE ENROLLADO DE LAS OBLEAS.....	6
1.2.2 PROCESOS MANUALES.....	6
1.2.3 PROCESOS SEMIAUTOMÁTICOS	7
1.2.4 PROCESOS AUTOMÁTICOS	8
1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	9
1.4 TIPOS DE MOLDES.....	10
CAPÍTULO II. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA ENROLLADORA	11
INTRODUCCCIÓN	11
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN	11
2.1.1 ACERO INOXIDABLE ASTM 304.....	11
2.1.2 NYLON.....	12
2.1. 3 BANDAS Y POLEAS.....	13
2.1.4 Motor eléctrico	15
2.2 CARACTERISTICAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA	15
2.2.1 GUARDAMOTOR.....	15
2.2.2 MÓDULO DE SALIDAS ENTRADAS DIGITALES Y ANALÓGICAS .	16
2.2.3 CARATERÍSTICAS DEL VARIADORES DE FRECUENCIA	17
2.2.4 CARACTERÍSTICA CONTACTORES BIPOLARES	18
2.2.5 CARACTERÍSTICAS DEL CILINDOR DE DOBLE EFECTO	19
2.2.6 CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULAS NEUMÁTICA 5/3 CON ACCIONAMIENTO MECÁNICO (FINAL DE CARRERA)	19
2.2.7 CARACTERÍSTICA DELCOMPRESOR.....	20
2.2.7 MANGUERAS NEUMÁTICAS DE AIRE.....	21
2.2.8 REGULADOR DE PRECIÓN	21
2.2.9 RACORES.....	21
CAPÍTULO III. DISEÑO DEL SISTEMA DE ENROLLADO.....	22
INTRODUCCCIÓN	22
3.1. SISTEMA MECÁNICO.....	22
3. 1.1 ANÁLISIS DEL ENROLLADO.....	22
3. 1.2 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO PARA EL ENROLLADO.....	26
3.1.3 SELECCCIÓN DE LA BANDA.....	28
3.1. 4 ANÁLISIS DEL EJE ENROLLADOR.....	30
3.1.4.6 CÁLCULO DE LA TENSIÓN DEBIDA A LA FLEXIÓN	40

3.1.5 ANÁLISIS DE LA CRUZ DE MALTA	44
3.1.6 CÁLCULO DEL SISTEMA GIRATORIO	50
3.1.7 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO PARA EL EJE CENTRAL.....	52
3.1.8 RELACIONES DE TRANSMICIÓN	52
3.1.9 SELECCCIÓN DE LA BANDA.....	54
3.1.10 DISTANCIA ENTRE CENTROS.	54
3.1.11 CÁLCULO DE LA LONGITUD DE LA CORREA	55
3.1.12. CÁLCULO DE EJE PRINCIPAL.....	55
3.1.13 CÁLCULO DEL TORQUE INCIDENTE.....	57
3.1.14 CÁLCULO DEL TORQUE DEL EJE PRINCIPAL	60
3.1.15 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE EJE PRINCIPAL.....	61
3.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL	66
3.2. 1 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.	66
3.2.2 PERFIL ESTRUCTURAL.	66
3.2.3 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE UN PROGRAMA CAD ...	67
3.2.3.1 DESPLAZAMIENTO:	68
3.2.3.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL DESPLAZAMIENTO	69
3.2.3.3 RESUMEN DE RESULTADOS ESTÁTICOS	70
3.2.3.4 ESFUERZO DE VON MISES DE LA ESTRUCTURA.	70
3.2.3.5 RESUMEN DE RESULTADOS DE ESFUERZO DE VON MISES	72
3.2. 3.6 COEFICIENTE DE SEGURIDAD.	72
3.3 ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.	73
3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	73
3.3.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	74
3.3.3 FUENTE DE PODER LOGO! 24 VDC	75
3.3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA LOGO	76
3.3.5 ELABORACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL.....	76
3.3.6.FLUJO GRAMA DEL PROCESO DE ENROLLADO.....	78
3.3.7 PROCESO DE LA OBTENCIÓN DE CONOS PARA HELADOS	79
CAPÍTULO IV. PRUEBA Y ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECYO	80
4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	80
4.1.1 PRUEBAS CILINDROS NEUMÁTICOS.....	80
4.1.2 PRUEBAS TRANSMISIÓN.....	80
4.1.3 PRUEBAS DE REGULACIÓN DE VELOCIDAD	81
4.1.4 PRUEBAS DE ENROLLADO	81
4.2 ANÁLISIS DEL COSTO DEL PROYECTO	82
4.2.1 COSTOS DIRECTOS	82

4.2.2 COSTOS INDIRECTOS	84
4.2.3COSTOS TOTAL.....	84
4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	84
4.3.1 ANÁLISIS SISTEMA MANUAL	84
4.3.2 ANÁLISIS SISTEMA AUTOMÁTICO	86
4.4 PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL PROYECTO	87
4.4.1 SISTEMA MANUAL.....	87
4.4.2 SISTEMA AUTOMÁTICO	88
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1CONCLUSIONES.....	90
5.2 RECOMENDACIONES	90
Bibliografía.....	92
ANEXOS	94
ANEXO A: DATO PARA ENCONTRAR EL VALOR DE K_a	95
ANEXO B: PROPIEDADES DEL MATERIAL ACERO INOXIDABLE.....	96
ANEXO C: CARACTERÍSTICAS PLANCHA DE ACERO INOXIDABLE AISI 304	97
ANEXO D: VARILLAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 304	98
ANEXO E: TUBO CUADRADO DE ACERO INOXIDABLE AISI 304.....	99
ANEXO F: TUBO VALORES NORMALIZADOS CABLES A.W.G.....	100
ANEXO G: PROPIEDADES DEL NYLAMID NSM.....	101
ANEXO I DATOS DEL PLC LOGO 8 12/24RCE	107
ANEXO J DATOS DEL PLC LOGO 8 12/24RCE	109
ANEXO K CARATERÍSTICAS DEL CILINDRO NEUMÁTICO.....	110
ANEXO K: PROGRAMAS DEL SISTEMA	111
PLANOS MECÁNICOS	115
MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTOS	121

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Características del motor.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 2: Factor de concentración de esfuerzos para chaveteros.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 3: Características Técnicas del motor</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 4: Costos directos de Fabricación</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 5: Costo Indirectos</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 6: Costo total</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 7: Costo mano de obra.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 8: Costo de producción directo.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 9: Costo de producción indirecto</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 10: Costo total de producción manual</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 11: Costo total de ingreso de producción</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 12: Ganancia o utilidad.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 13: Costo de mano de obra sistema auto mático</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 14: Costo de producción directa sistema automático</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 15: Costos de productos indirectos sistema automático</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 16: Costo de producción sistema automático.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 17: Consto de ingreso de producción sistema automático</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 18: Ganancia o utilidad del sistema automático</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 19: Diferencia entre los sistemas</i>	<i>89</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Formas de conos y tipo de conos.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2: Conos de helados</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3: Proceso de elaboración de conos de helados.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 4: Enrolladora de obleas para obtención de conos</i>	<i>6</i>
<i>Figura 5: Enrolladora de obleas para obtención de conos</i>	<i>6</i>
<i>Figura 6: Enrolladora de conos</i>	<i>8</i>
<i>Figura 7: Máquina enrolladora de conos</i>	<i>8</i>
<i>Figura 8: enrolladora industrial.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 9: Guarda motor Siemens sirius.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 10: Características del módulo DM16 24R</i>	<i>16</i>
<i>Figura 11: Características de AM2RTD Y AM2AQ.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 12: Variador de frecuencia V20.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 13: Contactor.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 14: Cilindro doble efecto.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 15: Válvula 5/3 accionamiento mecánico</i>	<i>20</i>
<i>Figura 16: Compresor</i>	<i>21</i>
<i>Figura 17 Cono enrollador.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 18 Sistema de enrollado.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 19: Relación de transmisión</i>	<i>27</i>
<i>Figura 20: Distancia entre centros.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 21: DIAGRAMA DE FUERZAS DE LSISTEMA DE ENROLLADO</i>	<i>30</i>
<i>Figura 22: Diagrama de las tenciones.....</i>	<i>32</i>

<i>Figura 23: Diagrama de cuerpo libre plano yx.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 24: Diagramas de cortante momento flector plano YX.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 25: Diagrama de cuerpo libre para el plano XZ.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 26: Diagrama de corte momento flector plano ZX.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 27: Diagrama de torque.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 28: calcular el factor Kb.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 29: Cruz de Malta</i>	<i>44</i>
<i>Figura 30: Sistema de eje central.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 31: Relación de transmisión</i>	<i>53</i>
<i>Figura 32: Diagrama de fuerzas del eje central.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 33 Diagrama de cuerpo libre plano yx.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 34: Diagramas de cortante momento flector plano YX.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 35: Diagrama de cuerpo libre para el plano XZ.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 36: Diagrama de corte momento flector plano ZX.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 37: Cuadro ASTM36.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 38: Distribución de las fuerzas en la estructura.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 39:Desplazamiento</i>	<i>68</i>
<i>Figura 40:Resultado del análisis del desplazamiento.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 41:Resumen de los resultados de la simulación estática.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 42: Tención de Von Mises.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 43: Resultados de la simulación de fuerza de Von Mises</i>	<i>72</i>
<i>Figura 44: Coeficiente de seguridad.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 45:LOGO! 12/24RCE</i>	<i>74</i>
<i>Figura 46: Características de la fuente de poder LOGO!</i>	<i>76</i>
<i>Figura 47: Ubicacion de los dispositivos externos del tablero de control</i>	<i>77</i>

<i>Figura 48: Ubicación de rieles, dispositivos internos y canletas.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 49: Cableado interno.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 50: Flujograma del sistema de control para el enrollado.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 51: Flujograma de la elaboración de conos para helados.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 52: Pruebas de funcionamiento.....</i>	<i>82</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Cálculo de la masa</i>	22
<i>Ecuación 2: Cálculo del peso</i>	23
<i>Ecuación 3: Momento de inercia del cono</i>	24
<i>Ecuación 4: Momento de inercia del cilindro</i>	24
<i>Ecuación 5: Aceleración angular</i>	25
<i>Ecuación 6: Calculo de la potencia mecánica</i>	25
<i>Ecuación 7 : Eficiencia mecánica</i>	26
<i>Ecuación 8: Cálculo de velocidades</i>	28
<i>Ecuación 9: Distancia entre centros</i>	28
<i>Ecuación 10 longitud de la correa</i>	29
<i>Ecuación 11: Potencia del motor</i>	30
<i>Ecuación 12: relación de transmisión en poleas</i>	31
<i>Ecuación 13: Cálculo de fuerza total de tención</i>	32
<i>Ecuación 14: Cálculo del torque</i>	36
<i>Ecuación 15: Cálculo del momento crítico</i>	37
<i>Ecuación 16: Cálculo para el momento máximo</i>	38
<i>Ecuación 17: Cálculo para torque máxima</i>	38
<i>Ecuación 18: Tención de esfuerzo cortante por torsión</i>	39
<i>Ecuación 19: Tensión debida a la flexión</i>	40
<i>Ecuación 20: Resistencia a la fatiga</i>	42
<i>Ecuación 21: Ley de cosenos</i>	45
<i>Ecuación 22: Ley de senos</i>	46
<i>Ecuación 23: Calculo de la potencia mecánica</i>	51
<i>Ecuación 24 : Eficiencia mecánica</i>	52
<i>Ecuación 25: Cálculo de velocidades</i>	53
<i>Ecuación 26 distancia entre centros</i>	54
<i>Ecuación 27 longitud de la correa</i>	55
<i>Ecuación 28: Potencia de motor</i>	56

<i>Ecuación 29: Cálculo del torque</i>	60
<i>Ecuación 30: Cálculo del momento crítico</i>	61
<i>Ecuación 31: Tensión de esfuerzo cortante por torsión</i>	62
<i>Ecuación 32: Tensión debida a la flexión</i>	62
<i>Ecuación 33: Resistencia a la fatiga</i>	64
<i>Ecuación 34: Esfuerzo de Von Mises</i>	70

INTRODUCCIÓN.

La elaboración de cono para los helados se las ha venido desarrollando de forma manual la cual se ha visto que existe un porcentaje de pérdidas debido a diferentes factores que sean encontrados en la producción de los mismos. Esto a generado problemas al momento de realizar las entregas a los consumidores y además dando una desventajas a las microempresas que desarrollan este tipo de alimentos.

En la actualidad, se ha visto un aumento de la población por la cual se ha dado origen a elevar la producción de conos de helado debido a que los consumidores no dependen de género ni edad.

La manera que se ha elaborado el producto es de forma manual dando así a obtener problemas en el futuro, es de donde surge la idea de realizar una máquina que sea amigable con el hombre a través de un manejo adecuado del producto, que sea apto para el consumo humano.

Los helados artesanales se disfrutan de punta a punta, es decir, desde la punta de la crema helada hasta la punta del cono. Los conos son parte integrante del helado, así como el símbolo del helado artesanal y obleas son su complemento ideal.

En otros términos, son algo más que un apoyo trivial o decoración más.

Las obleas delgadas y frágiles, son un producto artesanal muy antiguo de los fabricantes de oblea. En el siglo XV, en Europa, los fabricantes de oblea solían preparar delicados panes dulces en base a agua, harina, azúcar y huevos, y los cocinaban sobre el fuego con tenazas especiales. Este producto comenzó

siendo un dulce que se consumía en las calles y luego se convirtió en una especialidad "ancestral".

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los conos son elaborados de una manera artesanal, por esta razón que el producto no tiene mayor competencia junto con otras empresas en donde el producto tiene mayor calidad, higiene y tiene la capacidad de producir mayor cantidad de conos debido a que sus procesos son automáticos. Es por la cual se implementara una máquina enrolladora de conos de helados para mejorar las condiciones en las que se encuentran, disminuyendo los costos, el tiempo de elaboración del producto, mejorando la calidad y realizando las entregas justo a tiempo.

La situación actual que se presenta en pequeñas empresas es que se dispone de un procesamiento manual; donde el producto tiene un riesgo de contaminación generando inconformismo en el cliente, causando pérdidas económicas.

Al mejorar el proceso de la elaboración de los conos, se disminuirá la devolución del producto que se encuentra en mal estado, dando así un aumento de la producción, en un menor tiempo y mejorando la calidad del producto final.

Este trabajo tiene la finalidad de automatizar este proceso en el cuál se obtendrá un aumento de la producción en las mejores condiciones higiénicas, debido a su

proceso de manufactura que se lo realiza en forma manual, requiriendo de mucho tiempo.

JUSTIFICACIÓN.

La necesidad de emplear esta máquina es debido a que el proceso se lo realiza manualmente y esto implica a tener una contaminación del producto, la cual lleva a que se dé una pérdida económica.

Las máquinas para la elaboración de los conos de helados existen en grandes tamaños y tienen que ser importadas, es por eso que su costo son muy elevados, esto implica a que sólo las grandes empresas la puedan adquirir mientras tanto las microempresas no pueden obtenerlas para realizar sus productos y mejorar sus ingresos.

Al implementar la máquina se eliminará la necesidad de emplear a un trabajador en el proceso del enrollado, se eliminará el esfuerzo físico del trabajador debido a que permanece de pie por mucho tiempo, se tendrá un aumento de la productividad y una mejora de ingresos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de enrollado de obleas para la obtención de conos de helado, consiguiendo una mejor calidad en el producto y satisfacción en los consumidores.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Diseñar las partes constitutivas de la máquina.
- ❖ Seleccionar el material adecuado para la elaboración de la máquina.
- ❖ Seleccionar el sistema de transmisión adecuado para dar el movimiento a la parte mecánica.
- ❖ Implementar elementos electromecánicos y neumáticos que sean necesarios para la elaboración de la máquina.
- ❖ Elaborar un manual de operación y mantenimiento de la máquina.

ALCANCE Y LIMITACIONES.

Al realizar este proyecto se mejorará las condiciones de elaboración de los conos para los helados, optimizando recursos y disminuyendo costos de producción, el sistema de control será comandado a través de un controlador lógico programable el mismo que controlara los parámetros existentes en el proceso.

La máquina que me permitirá el enrollado de la oblea constará de un eje giratorio en cuya terminal tendrá un molde en forma cónica. El giro de este eje se logrará

con el acople de un motor eléctrico, y la transmisión mecánica se realizara mediante bandas y poleas.

El motor eléctrico será controlado su velocidad por un variador de frecuencia para controlar dos tipos de velocidades haciéndolo ideal para esta aplicación.

El cono moldeador ubicado en la parte terminal del eje tendrá un diámetro de 25mm, con una altura de 130mm desde la base hasta el vértice, esto nos permitirá tener un producto de tamaño moderado y a la vez comercial.

El molde para insertar las obleas se desplazará en un movimiento lineal y para ello se utilizará un cilindro neumático. Se ubicará un final decarrera de accionamiento mecánico el cual determinará el ingreso de las obleas para dar el inicio del tiempo del enrollado, también dará la señal para que actúe el cilindro neumático y permitirá la expulsión del cono.

Una parte muy importante es tener en cuenta que la oblea debe estar caliente para poder darle la forma correcta en caso de que estuviese fría se romperá, causando pérdida del producto.

Después de haber finalizado el moldeo, los conos se depositan por gravedad a un recipiente de almacenamiento que está ubicado en la parte inferior para posteriormente proceder al empaclado.

ANTECEDENTES.

Las obleas delgadas y frágiles son un producto artesanal muy antiguo de los fabricantes de oblea. En el siglo XV, en Europa, los fabricantes de oblea solían preparar delicados panes dulces en base a agua, harina, azúcar y huevos, y los cocinaban sobre el fuego con tenazas especiales.

Este producto comenzó siendo un dulce que se consumía en las calles y luego se convirtió en una especialidad "ancestral". Al parecer, la evolución se debió a la escuela vienesa que empezó a usarlo en la confitería moderna, primero como un ingrediente y luego como una decoración.

El origen del cono es más reciente, e incierto ya que hasta principios del siglo pasado, el helado se comía exclusivamente en tazas y copas. Según cuentan ciertas historias, los conos aparecieron recién durante los primeros años del siglo XX gracias a Vittorio Marchionni, un italiano de Cadore que emigró a los Estados Unidos. Este inmigrante estaba buscando una manera de vender helado a los niños en edad escolar.

Otras fuentes atribuyen la invención ingeniosa al americano, Charles Menches. Otros al sirio, Ernest Hamwi que, en 1904 observando a los visitantes de la Feria de muestras de St. Louis, vio que la gente compraba sus obleas y las comía con el helado. Entonces intentó enrollar la oblea, cuando todavía estaba caliente, en forma de bolsa pequeña para que pudiera llenarse de helado.

Recién en 1910 el cono aparecía oficialmente por primera vez en Italia en una Exhibición en Turín, gracias a Giovanni Torre de Liguria, el inventor del cono de la oblea dulce. Desde entonces, su popularidad creció en todo el mundo.

METODOLOGÍA.

A continuación detallaremos el proceso que ha tomado esta investigación así como también la determinación y análisis de cada uno de los parámetros que constituyen el sistema enrollador de obleas.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

Esta investigación se la realizo visitando pequeños locales de tipo artesanal que se dedican a la elaboración y venta de conos de oblea donde se determinó el proceso y los distintos componentes usados en el amoldamiento de las obleas

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.

Estas han sido de gran apoyo pues nos permitieron conocer las características de la oblea en condiciones de amoldamiento los textos de cocina artículos y distintas publicaciones que hacen referencia al cono de galleta.

Además tesis textos sobre diseños de máquinas.

El aporte de experiencias de cada uno de los artesanos dedicado a la elaboración de conos de helados así como de los maestros torneros y mecánicos de dedicados a la elaboración de piezas de este tipo fue también un factor determinante en el desarrollo del proyecto.

MODELAMIENTO MATEMÁTICO.

Una vez determinados los parámetros de enrollado se procede a plantear la predisposición y forma que tendrá el sistema así como también el tipo de cilindro neumático que nos permitirá realizar el proceso de desmoldado, tomando en cuenta el peso y dimensiones del cono para de esta forma impedir que el mecanismo tenga inconvenientes al momento de trabajo.

DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.

Una vez realizado los cálculos convenientes se realizará la selección de sistema de accionamiento del cilindro el cual será un final de carrera que es un accionamiento de tipo on-off general mente usados en el comando de cilindros de doble efecto y para la parte del enrollado y regulación de velocidad de los moldes un variador de frecuencia

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.

Se realizara la respectiva programación del variador de frecuencia así como la sincronización mecánica de cada uno de los finales de carrera que permitirán el buen enrollado y su respectivo desmoldado .

PRUEBAS Y RESULTADOS.

Realizamos el montaje y ensamble de todos y cada uno de las partes constituyentes que conforman la máquina de enrollado así como la parte neumática q permitirá el enrollamiento y el desmoldado de los conos de helado y así intervenir en las distintos inconvenientes que encontremos.

CAPÍTULO I. MARCO REFERENCIAL.

INTRODUCCIÓN

Los conos de galleta dulce se han convertido en el ingrediente principal para los helados artesanales, de ahí que su elaboración se la realiza tanto de forma artesanal como industrialmente.

En este capítulo se describirá las distintas fases de manufactura del cono de helado en su producción, para obtener los conos, tiene que pasar por los siguientes procesos que son ingreso de materia prima, el mezclado, dosificado, la cocción, y el moldeo.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONO.

El cono también es conocido como barquillo, es una hoja delgada conocida como una oblea a la que se le da una forma cónica. Los conos han pasado a ser un postre exquisito, ya que permiten tomar un helado sin la necesidad de algún otro ingredientes.

Los conos para los helados son una oblea de pasta para galleta que están elaboradas a base de harina, agua, azúcar, saborizantes, mantequilla; hoy en la actualidad encontramos conos de varios tamaños de acuerdo a la necesidad del consumidor.

1.1.1 TIPOS DE CONOS.

1.1.1.1 Conos de pasta

Son de contextura muy delgada y frágil, la calidad no es muy buena, pero tiene una aceptación en el mercado debido a su relativo bajo precio.

1.1.1.2 Conos de galleta

Estos conos son de mayor durabilidad, calidad y sabor, ya que son crujientes; aunque su costo es más alto que el cono de pasta, al momento de consumir brinda un sabor exquisito.

Los conos se pueden elaborar de diferentes maneras ya sea dulce, no muy dulce, saborizadas con diferentes sabores como puede ser de vainilla, limón, chocolate, fresa, hasta se les puede decorar ya sea internamente o externa.

1.1.1.3 Formas de conos

El cono clásico.- tienen forma geométrica regular y son lisos.

La taza.- Son grandes y bordes de distintos diseños.

El vaso.- Es cortado el tallo

El cesto.- Tiene la forma de una canasta.

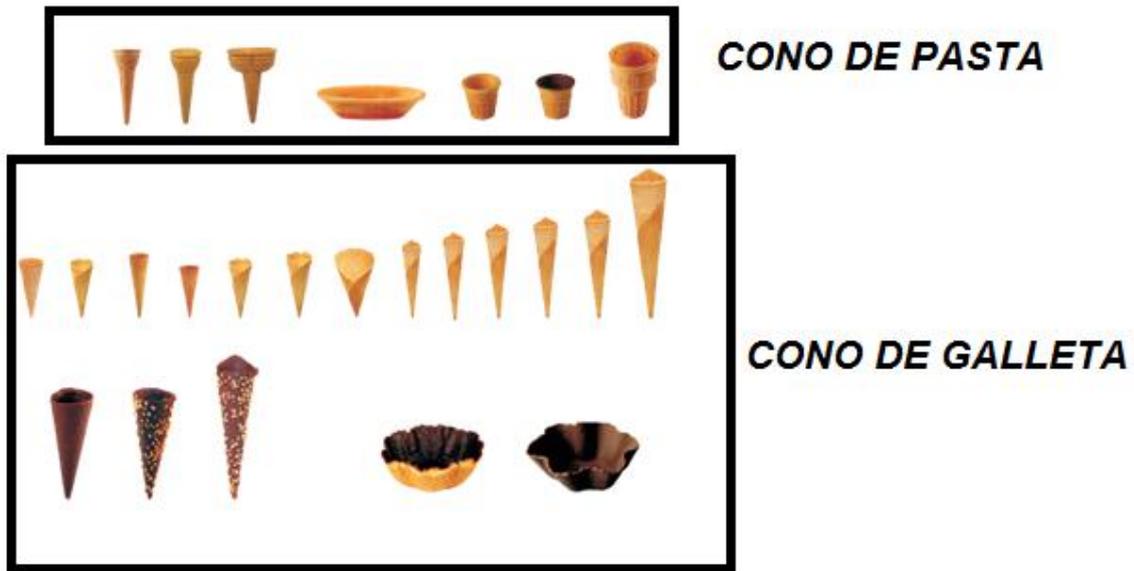


Figura 1: Formas de conos y tipo de conos

Fuente: (Comodingelat, 2014)



Figura 2: Conos de helados

Fuente: (Catalogo de conos, 1999-2016)

1.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACION DE CONOS.

Para la elaboración de los conos de helados cuenta con las siguientes fases:

1.1.2.1 Proceso ingreso de los ingredientes.

Los ingredientes son parte fundamental para la elaboración de los conos, se debe pesar la materia prima de acuerdo a la cantidad a ser elaborada.

1.1.2.2 Proceso mesclado y dosificado.

En esta fase se procede a mezclar los ingredientes hasta obtener una masa homogénea que permita una mejor cocción. una vez donde la mezcla es en su punto se preocede a dosificar en las planchas de coción.

1.1.2.3 Proceso de cocción.

Una vez que la mezcla este en su punto se procede a la cocción en unas planchas que previamente están calientes, aproximadamente un minuto se demora en la cocción dando así el resultado de una oblea que esta lista para la fase final que es el darle la forma.

1.1.2.4 Fase cuatro moldeo.

En este proceso es el último para la obtención de los conos. Una vez que esté lista la oblea se procede retirar de la plancha de cocción para dar la forma a la oblea rápidamente evitando que se enfriara. Una vez realizado el moldeo se deja enfriar para ser empacados y entregar a los comerciantes que necesitan de este producto como parte importante para la venta de los helados.



Figura 3: Proceso de elaboración de conos de helados

Fuente: (MAQUICONOS, 2011)

1.2 MÁQUINAS ENROLLADORAS DE OBLEAS PARA LOS CONOS DE HELADO.

Las enrolladoras son máquinas que se utilizan para dar la forma cónica característica a las obleas y tener un producto final de buena calidad.

Hoy en la actualidad las máquinas enrolladoras son muy necesarias para las empresas que se dedican a la producción de los conos de los helados, debido a que hay una gran demanda por parte de los negocios que se ofrecen la venta de los helados y así dar un producto de óptimas características a los clientes.

1.2.1 PROCESOS DE ENROLLADO DE LAS OBLEAS.

Los procesos de moldeado que a continuación se describe son los utilizados con mayor frecuencia por parte las personas dedicadas a esta actividad , debido a que se adaptan a las necesidades requerida dentro la producción de los conos.

A continuación citamos algunos procesos que se lo realizan para el enrollado de las obleas y así obtener los deliciosos conos de halados:

- Procesos manuales
- Procesos semiautomáticos
- Procesos automáticos.

1.2.2 PROCESOS MANUALES.

Es un procedimiento en el cual actúa directamente el ser humano para la elaboración de un determinado producto.



Figura 4: Enrolladora de obleas para obtención de conos



Figura 5: Enrolladora de obleas para obtención de conos

Fuente: (Aprende a preparar tus propios conos para helado, caseros y deliciosos., 2015)

Fuente: Máquinas para hacer conos, obleas. MAQUI conos. Ingeniería.

Dentro del proceso manual existen factores los cuales que no permiten que el proceso sea eficiente como son:

Salud

Debido a que los trabajadores se encuentran de pie y en movimiento durante muchas horas esto provoca problemas de salud, para elaborar los conos de los helados, esto termina con un cansancio físico, como también con el dolor de las piernas, la columna, quemaduras, riñones, varices.

Costo

Los productores de conos, al realizar la venta no tiene un valor favorable que permitan obtener ganancias, esto ocasiona pérdidas económicas.

Tiempo

Para realizar el trabajo se necesita mucho tiempo dependiendo de la cantidad de conos que tengan que elaborar para cual también se necesita dos o mas personas, esto implica también que puede tener perdidas económicas.

1.2.3 PROCESOS SEMIAUTOMÁTICOS

También conocido como proceso mecánico, la acción que realiza es por medio de componentes mecánicos. Donde el operario una vez que la máquina a terminado el proceso del enrollado de la oblea, procede a sacar el producto terminado.



Figura 6: Enrolladora de conos

Fuente: (Maquinas para hacer conos, obleas. MAQUI conos. Ingeniería (LLano, 2011))

1.2.4 PROCESOS AUTOMÁTICOS

El sistema automático es donde el ser humano simplemente es el encargado de observar que la máquina cumpla el proceso programado.



Figura 7: Máquina enrolladora de conos

Fuente: (Taboadela, 2007)



Figura 8: enrolladora industrial

Fuente: (Taboadela, 2007)

1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Cuadro de comparación de los procesos de enrollado.

PROCESO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
MANUAL	<ul style="list-style-type: none"> • El personal que realizar este proceso no requiere de mayor capacitación. • No depende de una fuente energética. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor riesgo de contaminación en el producto. • El personal es más susceptible a contraer en enfermedades de tipo laboral. • Perdida de materia prima.
SEMIAUTOMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • Menor riesgo de contaminación en el producto. • El producto es de mejor calidad. • Optimización de la materia prima. • El costo de implementación es representativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Depende de una fuente energética. • Es dependiente del ser humano. • Hay un riesgo de contaminación.
AUTOMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • El producto terminado es de mejor calidad. • Menor riesgo de contaminación del producto. • Optimización de la materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> • Depende mucho de un abastecimiento energético continuo. • El costo de implementación es elevado. ○ Requiere personal capacitado para su correspondiente manejo.

En función al cuadro comparativo mostrado anteriormente he optado por realizar el sistema de proceso automático, ya que su costo es representativo, el producto es mejor calidad.

1.4 TIPOS DE MOLDES.

Los materiales más utilizados en el proceso del enrollado de la oblea para obtener los conos de los helados sea en proceso manual, semiautomático y automático, se encuentran: la madera, nylon, aluminio, acero inoxidable

A continuación se detalla las ventajas y desventajas de los materiales que se

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Madera	- Fácil fabricar - El costo es accesible.	Desgaste del material y emite restos del material el cual es un contaminante en la industria alimenticia.
Nylon	Alta resistencia Fácil y bajo costo en el maquinado Más utilizado dentro del área alimenticia Resistencia térmica favorable	Se puede mejorar de esa manera se evitaría a lo máximo la contaminación del medio ambiente, ya en la actualidad se ha desarrollado polímeros biodegradables.
Acero inoxidable	Alta resistencia térmica Utilizable en el sector alimenticio. Excelente factor de limpieza y de higiene. Resistencia a la oxidación.	El costo es elevado
Aluminio	Son fáciles de ensamblar, fundir, maquinar.	Peligro para ciertos ambientes de trabajo. Daña el sistema nervioso Pérdida de memoria.

utilizan para realizar el moldeo de las obleas.

Una vez expuesto el cuadro de ventajas y desventajas de los materiales que se utilizan para el proceso de enrollado se optó por el material de acero inoxidable y el nylon debido a que son materiales que se utilizan en el sector alimenticio.

CAPÍTULO II. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA ENROLLADORA

INTRODUCCCIÓN

En este capítulo se describe los materiales a utilizar para la elaboración de la máquina enrolladora, y las partes constitutivas, tomando en cuenta los materiales que se necesitan para realizar la velocidad de giro de todo el sistema, materiales neumáticos actuadores que permitirán el funcionamiento de la máquina.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN

2.1.1 ACERO INOXIDABLE ASTM 304

Es un austenítico uno de los más utilizados en la industria alimenticia, farmacéutica por su resistencia a la corrosión, dureza, higiene.

Contiene 18% cromo, 8% níquel son las aleaciones más conocidas y de uso más frecuente en la familia de aceros inoxidable, estas aleaciones pueden ser consideradas para una amplia variedad de aplicaciones en donde las siguientes propiedades sean importantes: (Company, 2016)

- Resistencia a la corrosión
- Excelente capacidad de conformación
- Prevención de la contaminación del producto
- Facilidad de limpieza
- Resistencia a la oxidación
- Alta resistencia y bajo peso
- Facilidad de fabricación

Fuente: (Company, 2016)

En el **ANEXO B Y ANEXO C** podemos encontrar las propiedades y características que tiene el acero inoxidable 304, es el material que se utilizara para realizar las distintas piezas que constituyen la máquina.

APLICACIONES

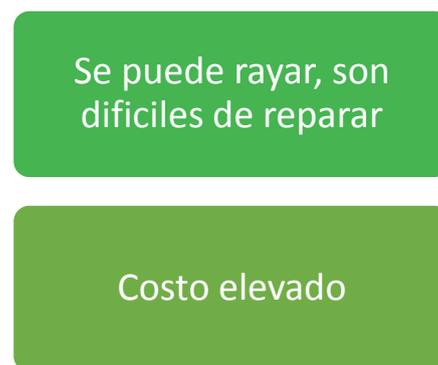
Industria alimenticia	Electrodomésticos
Industria farmacéutica	Industria petrolera
Intercambiadores de calor	Aplicaciones marina

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS



DEVENTAJAS



Fuente:

(METALOGRAFÍA – UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, 2012)

2.1.2 NYLON.

Es un polímero que pertenece al grupo de las poliamidas y más conocidos como PA66

CARACTERÍSTICAS

- No se disuelve en agua ni en disolventes orgánicos convencionales
- Su resistencia a la tensión es mucho mayor.
- No deja de pasar agua, se seca rápidamente.

- Resistencia al desgaste y al calor inflamable
- Es fácil de darle forma mediante su fundido.
- Alta resistencia mecánica, rigidez, dureza y tenacidad.
- Alto poder de amortiguamiento.
- Densidad 1,14-1,15g/cm³

(TEXTOS CIENTÍFICOS.COM, 2005)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Buena resistencia a la corrosión • Fácil fabricación • Buena resistencia Mecánica • Fácil maleabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja conductividad eléctrica • Produce muchos residuos al momento de la fabricación. • Baja resistencia a altas temperaturas

Las características del nylon utilizado para la fabricación de las piezas del sistema como es la cruz de Malta y moldeador se encuentra en el **ANEXO G**

2.1. 3 BANDAS Y POLEAS

LA POLEA

Es un dispositivo mecánico de tracción o elevación, formado por una rueda que se encuentra montada en un eje. Tanto la polea como la rueda y el eje pueden considerarse máquinas simples que constituyen casos especiales de la palanca. Una polea fija no proporciona ninguna ventaja mecánica, es decir, ninguna ganancia en la transmisión de la fuerza: sólo cambia la dirección o el sentido de la fuerza aplicada a través de la cuerda.

Sin embargo, con un sistema de poleas móviles así es posible obtener una ventaja o ganancia mecánica, que matemáticamente se define como el cociente entre la fuerza de salida (carga) y la fuerza de entrada (esfuerzo).

BANDAS

Es un elemento mecánico muy flexible utilizado para transmitir potencia cuando existen poleas unidas a flechas o ejes. Su apariencia es la de una línea unida extremo con extremo, con una sección transversal que varía según sea su tipo.

Al principio eran elaboradas con fibras naturales o con cuero de animales y se utilizaban en máquinas en donde la exactitud de la transmisión no fuera determinante. La duración depende de su uso, mantenimiento y trato que se le dé, pero las de cuero o las de fibras naturales se fueron haciendo obsoletas por desgastarse rápidamente. Las que actualmente se utilizan están elaboradas de alambres con caucho a su alrededor, son más resistentes, durables y permiten tener una transmisión poco ruidosa y libre de patinajes, a estas se les puede añadir una capa de fibras sintéticas bañadas en caucho para protegerlas.

En el sistema se utiliza la Banda en V, la cual es menos propensa al patinaje que la banda plana. Se utiliza con poleas acanaladas y ajustables en donde la transmisión debe ser por lo menos continua. Las que se encuentran en los automóviles son de caucho con alambres y protección de fibra. Además de ser ampliamente utilizada en la industria mecánica.

ESPECIFICACIONES DE POLEAS Y BANDAS SELECCIONADAS

Se selecciona la Banda tipo V A63 y A 65

Se selecciona polea 64mm y 35mm

2.1.4 Motor eléctrico

Motor eléctrico trifásico es el que se va utilizar tiene las siguientes características.

Propiedades del motor eléctrico del sistema de alimentación	
Marca	Siemens
Modelo	1LA7080-4YA60
Carcasa	IP 55
Frecuencia	60Hz
Potencia	1 HP
Fase	Trifásico
Rpm	1650
Voltaje	220v
Corriente nominal en 220v (amp)	3.5Am
Par nominal Pmax (Nm)	4.29Nm
Par máximo (Pmax/Pnominal)	8.1Nm
Peso (kg)	8.1kg
Factor de servicio	64.2 adimensional
Velocidad	1660rpm
Factor de seguridad	1.15
Factor de potencia	0.87

2.2 CARACTERISTICAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA

2.2.1 GUARDAMOTOR

El guarda motor es un interruptor especialmente está diseñado para la protección de motores eléctricos.



Figura 9: Guarda motor Siemens sirius

Fuente: (Siemens, Siemens data sheet 3RV2011-1FA10, 2016)

Características Técnicas

- Nombre del producto: SIRIUS
- Corriente: 3.5...5 A
- Potencia: 6W
- Frecuencia: 50...60Hz
- Alimentación: 220v
- Torque: 0.8...1.2Nm
- Numero de polos: 3
- Temperatura en operación: -20...+60°C
- Protección IP: IP2

2.2.2 MÓDULO DE SALIDAS ENTRADAS DIGITALES Y ANALÓGICAS

Para la automatización del sistema también se utilizará módulos de expansión de entradas salidas digitales /analógicas.

Los módulos digitales permiten incrementar el número de entradas y salidas digitales del controlador al sistema, sin necesidad de una inversión mayor o un cambio significativo en el programa de usuario.

Los módulos analógicos permiten incrementar entradas y salidas analógicas

MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES DM1624R

Módulos digitales	LOGO! DM8 24R DM16 24R	LOGO! DM8 230R DM16 230R	
Entradas	4/8	4/8	R: salidas de relé, C: clock/programador horario, o: sin display
Tensión de entrada/alimentación	24 V AC/DC* 24 V DC**	115/240 V AC/DC	E: interfaz Ethernet
Rango admisible	20,4 ... 28,8 V DC, 20,4 ... 26,4 V AC*	85 ... 265 V AC, 100 ... 253 V DC	* Para módulo DM8. ** Para módulo DM16
con señal "0" con señal "1"	máx. 5 V AC/DC mín. 12 V AC/DC*	máx. 40 V AC mín. 79 V AC	1) Como componente SIPLUS también para rango de temperatura ampliado +25 ... +70 °C y atmósfera agresiva de condensación (www.siemens.de/siplus)
Intensidad de entrada	2,5 mA*, 2,0 mA**	0,08 mA	2) Como componente SIPLUS también para rango de temperatura ampliado +40 ... +70 °C y atmósfera agresiva de condensación (www.siemens.de/siplus)
Salidas	4/8 relés	4/8 relés	
Intensidad permanente Ith (por borne)	5 A con carga óhmica; 3 A con carga inductiva	5 A con carga óhmica; 3 A con carga inductiva	
Protección contra cortocircuito	Protección externa necesaria	Protección externa necesaria	
Frecuencia de conmutación	2 Hz con carga óhmica; 0,5 Hz con carga inductiva	2 Hz con carga óhmica; 0,5 Hz con carga inductiva	
Pérdidas	0,4 ... 1,8 W a 24 V DC* 0,9 ... 2,7 W a 24 V AC* 0,7 ... 2,5 W a 24 V DC**	1,1 ... 3,5 W (115 V AC) ... 4,5 ** 2,4 ... 4,8 W (240 V AC) ... 5,5 ** 0,5 ... 1,8 W (115 V DC) ... 2,9 ** 1,2 ... 2,4 W (240 V DC) ... 4,8 **	
Dimensiones (ancho x alto x prof.)	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm 72 (4 módulos) x 90 x 53 mm	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm 72 (4 módulos) x 90 x 53 mm	21

Figura 10: Características del módulo DM16 24R

Fuente: (Siemens, LOGOBA7-Folleto.pdf, 2011)

MÓDULO AM2 RTD Y AM2 AQ

LOGO! modular: datos técnicos

Módulos analógicos	LOGO! AM2 ²⁹	LOGO! AM2 RTD	LOGO! AM2 AQ ²⁹
Tensión de alimentación	12/24 V DC	12/24 V DC	24 V DC
Rango admisible	10,8 ... 28,8 V DC	10,8 ... 28,8 V DC	20,4 ... 28,8 V DC
Entradas analógicas	2	2 x PT100 o PT1000 Conexión a 2 ó 3 hilos Detección automática de sensor	2
Rango de medida		-50 °C ... +200 °C	0 ... 10 V
Rango de entrada	0 ... 10 V o 0/4 ... 20 mA	-	0 ... 10 V o 0/4 ... 20 mA
Resolución	10 bits a 0-1000 normalizado	0,25 °C	10 bits a 0-1000 normalizado
Longitud del cable (apantallado y trenzado)	10 m	10 m	10 m
Alimentación de sensores	Sin	1,1 mA	-
Pérdidas a 12 V DC a 24 V DC	0,3 ... 0,6 W 0,6 ... 1,2 W	0,3 ... 0,6 W 0,6 ... 1,2 W	- 0,6 ... 1,2 W
Dimensiones (ancho x alto x prof.)	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm	36 (2 módulos) x 90 x 53 mm

Figura 11: Características de AM2RTD Y AM2AQ

Fuente: (Siemens, LOGOOBA7-Folleto.pdf, 2011)

2.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL VARIADORES DE FRECUENCIA

El variador de frecuencia Sinamics V20 es una gama de convertidores diseñados para regular la velocidad de motores eléctricos.

De tamaño compacto, este convertidor ofrece la máxima resistencia y fiabilidad.



Figura 12: Variador de frecuencia V20

(Siemens, Productos eléctricos Industriales, 2014) y (Siemens, Convertidor Sinamics V20, 2013)

Características técnicas

Entradas digitales: 4	Voltaje: AC200-240V
Salidas digitales: 2	Corriente: 10 A para motor de 1Hp y
Entradas analógicas: 2	14.7 A para motor 1.5Hp
Salida analógica: 1	Potencia: 10.75 KW para motor de
Panel de operación.	1Hp y 1KW para motor 1.5Hp
Frecuencia: 50/60 Hz	Factor de potencia: $\geq 0,95/0,98\%$

2.2.4 CARACTERÍSTICA CONTACTORES BIPOLARES

Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de la corriente, se tiene dos paciones de funcionamiento el apagado y encendido.



Figura 13: Contactor

Características técnicas

Frecuencia: 60Hz
Voltaje: 220v
Corriente: 16 A y 20 A

2.2.5 CARACTERÍSTICAS DEL CILINDRO DE DOBLE EFECTO

Son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes sí que pueden realizar trabajo en ambos sentidos.

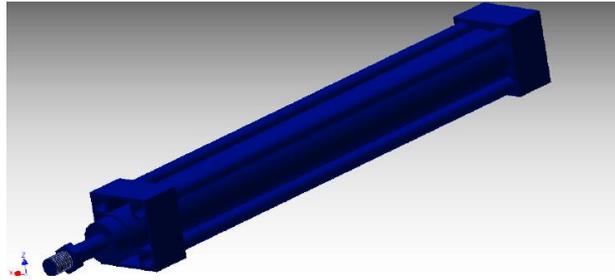


Figura 14: Cilindro doble efecto

Fuente: (AUTOR)

Datos Técnicos

Fluido: Aire comprimido Filtrado, lubricado o no lubricado

Presión de Trabajo: 1 a 9 Bar ~ 15 a 130 PSI

Temperatura de Trabajo: 0°C a 70°C ~ 0°F a 158°F

Kit de Alta Temperatura: Hasta 150°C ~ 302°F

Amortiguación: Neumática, Regulable

Materiales

Perfil: Aleación de Aluminio

Cabezas: Aluminio inyectado

Vástago: Acero al carbón con 20 de superficie cromo endurecida

2.2.6 CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULAS NEUMÁTICA 5/3 CON ACCIONAMIENTO MECÁNICO (FINAL DE CARRERA)

Se selecciona las válvulas distribuidora 5/3 es la cual me permite accionar el cilindro de doble efecto.

Además de las funciones de la Válvula 5/2, tiene las funciones añadidas de la tercera posición. Habitualmente las formas constructivas de la tercera posición, implican el bloqueo del cilindro por bloqueo de sus cámaras, o la puesta escape de las dos cámaras del cilindro, para permitir moverlo libremente sin presión. Para el sistema de accionamientos se seleccionó la válvula 5/3 con accionamiento mecánico (final de carrera)

Es un elemento mecánico que se utiliza para accionamiento de las válvulas neumáticas.



Figura 15: Válvula 5/3 accionamiento mecánico

2.2.7 CARACTERÍSTICA DEL COMPRESOR

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar ciertos tipos de fluidos, esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido.

Son ampliamente utilizados en la actualidad en campos de la ingeniería que ayudan a mejorar algunos sistemas.



Figura 16: Compresor

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Potencia: 1HP
- PSI max: 120
- Cabezal: TB-10 1 etapa
- Motor: 1PH 4 polos
- Tanque: 108lts horizontal
- Voltaje: 110/220 v
- T/Llenado: 8:10 min (0-120lbs)
- Peso aprox: 30Kg
- Medicas 104 x 10 x 83 cm.

2.2.7 MANGUERAS NEUMÁTICAS DE AIRE

La manguera de admisión de aire es una pieza vital para la distribución del aire desde el compresor hasta los componentes neumáticos del sistema. Se utilizan mangueras de 6mm. y 8mm.

2.2.8 REGULADOR DE PRECIÓN

Los reguladores de presión son aparatos de control de flujo diseñados para mantener una presión constante, sin afectar los operativos del proceso

2.2.9 RACORES

Los racores neumáticos son requeridas para algunas aplicaciones para tuberías y mangueras desde 6mm. en adelante.

CAPÍTULO III. DISEÑO DEL SISTEMA DE ENROLLADO.

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe el diseño de la máquina, la velocidad de giro de todo el sistema, tiempos de estacionamiento o de paro que se requiere para el cargado de la oblea en cada uno de los dispositivos de moldeo.

El arrastre de la oblea, el tiempo de enfriamiento, mecanismo de expulsión del cono una vez conformado, presión de trabajo requerida para el funcionamiento del sistema neumático y de esta forma evitar posibles averías en los equipos.

Alimentación de los actuadores

3.1. SISTEMA MECÁNICO

3.1.1 ANÁLISIS DEL ENROLLADO.

Para esta parte tendremos que tomar en cuenta que el cono lo realizan de varios tamaños por lo que hemos tomado 3 muestras con sus respectivas medidas.

h: altura

r: radio

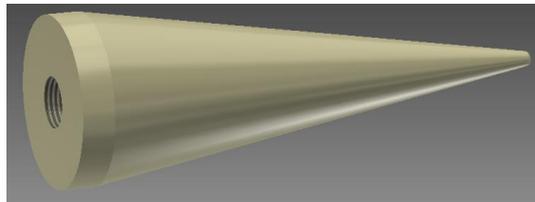


Figura 17 Cono enrollador

Fuente : (AUTOR)

h=130mm

r= 25mm

Ademas presenta una pequeña base cilíndrica de 25 mm de radio y de 130 mm de altura. Con estos datos y con la densidad del material de 940 kg/m^3 podremos calcular la masa de las partes y así su respectivo peso.

$$m [\text{kg}] = \rho \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] * V [\text{m}^3]$$

Ecuación 1: Cálculo de la masa

Donde:

m: masa

ρ : densidad

v: volumen

V_1 : volumen del cono

$$V_1 = \frac{3,1416(0.025^2)(0,13)}{3} = 8,5085 * 10^{-5} m^3$$

$$m_1 = (8,5085 * 10^{-5} m^3) (1130 \frac{kg}{m^3})$$

$$m_1 = 0,096 kg;$$

V_2 : volumen del cilindro

$$V_2 = 3,1416(0.025^2)(0,01) = 1,9635 * 10^{-5} m^3$$

$$m_2 = (1,9635 * 10^{-5} m^3) (1130 \frac{kg}{m^3})$$

$$m_2 = 0,022 kg;$$

$$m_t = m_1 + m_2$$

$$m_t = 0,096 kg + 0,022 kg$$

$$m_t = 0,118 kg$$

$$P [N] = m [kg] * g [\frac{m}{s^2}]; \quad g = 10 m/s$$

Ecuación 2: Cálculo del peso

Donde:

P: peso

m: masa

g: gravedad

$$P = 0,118 \text{kg} \cdot 10 \text{m/s}$$

$$P = 1,18 \text{N.}$$

Calculada la masa del cono veremos su momento de inercia

$$I_{Z \text{ cono}} = \frac{3}{10} m r_0^2$$

Ecuación 3: Momento de inercia del cono

$$I_{Z \text{ cil}} = \frac{1}{2} m r_0^2$$

Ecuación 4: Momento de inercia del cilindro

$$I_{Z \text{ cono}} = \frac{3}{10} m r_0^2$$

$$I_{Z \text{ cil}} = \frac{1}{2} m r_0^2$$

$$I_{Z \text{ cono}} = \frac{3}{10} 0,096 (0,025)_0^2$$

$$I_{Z \text{ cil}} = \frac{1}{2} 0,022 (0,025)_0^2$$

$$I_{Z \text{ cono}} = 1,8 * 10^{-5} \text{kgm}^2$$

$$I_{Z \text{ cil}} = 6,88 * 10^{-6} \text{kgm}^2$$

Sumamos los 2 momentos de inercia para obtener el momento total de la pieza

$$I_Z = I_{Z \text{ cono}} + I_{Z \text{ cil}}$$

$$I_Z = 1,8 * 10^{-5} + 6,88 * 10^{-6}$$

$$I_Z = 2,5 * 10^{-5} \text{kgm}^2$$

Este valor lo multiplicaremos por 2 por cuanto colocaremos un cono de las mismas características pero en sentido contrario esto nos servirá de guía al mecanismo de saca cono, siendo así:

$$I = 5 * 10^{-5} \text{kgm}^2$$

Ahora deberemos encontrar el torque que requerimos para poder vencer este momento de inercia entonces definimos que el enrollador parte del reposo y debe alcanzar una velocidad de 450 rpm en 5 s

$$\omega_0 = 0 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$\omega_f = 450 \text{ rpm} * \frac{2\pi}{60} = 47,12 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$t = 5 \text{ seg}$$

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_0}{t}$$

Ecuación 5: Aceleración angular

$$\alpha = \frac{47,12 - 0}{5} = 9,42 \text{ rad/seg}^2$$

$$T = I * \alpha$$

$$T = 5 * 10^{-5} * 9,42 = 4,71 * 10^{-4} \text{ Nm.}$$

Entonces la potencia requerida para mover el moldeador es:

$$P = T * \omega_f$$

Ecuación 6: Calculo de la potencia mecánica

$$P = 4,71 * 10^{-4} * 47,12$$

$$P = 4,71 * 10^{-4} * 47,12$$

$$P = 0,022 \text{ watts}$$

3. 1.2 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO PARA EL ENROLLADO.

La potencia que se encontró anteriormente es la potencia mecánica sin embargo seleccionando un motor con una eficiencia de 80% es posible calcular la potencia eléctrica de dicho motor:

$$\varepsilon = \frac{\text{Pot}_{mecanica}}{\text{Pot}_{electrica}}$$

Ecuación 7 : Eficiencia mecánica

$$\text{Pot}_{electrica} = \frac{\text{Pot}_{mecanica}}{\varepsilon} = \frac{0,022 \text{ watts}}{0,80} = 0,0275 \text{ watts}$$

Con esta información el motor q seleccionaremos será el de las características siguientes.

3.1. 2.1 DATOS SOBRE EL MOTOR ELÉCTRICO

Propiedades del motor eléctrico del sistema de alimentación	
Marca	SIEMENS
Modelo	1RF3 052 – 2YC41
Carcaza	IP 56
Potencia (Hp)	¼
Fase	MONFASICO
Rpm	1800
Corriente nominal en 220v (amp)	3.0
Par nominal Pmax (Nm)	0,49
Efic	0,5
Factor de servicio	2.0

Tabla 1: Características del motor

3.1. 2.2 RELACIONES DE TRANSMICIÓN

Para el cálculo de la relación de transmisión q tendrá el sistema de enrollado hemos seleccionado tentativamente los diámetros de la polea de conducción y la conducida sin q la velocidad resultante sea menor a 450 rpm que fue la velocidad mínima q usamos para el cálculo del tipo de motor q se usara, a continuación se realizara los cálculos respectivos y al final se comparara estas velocidades

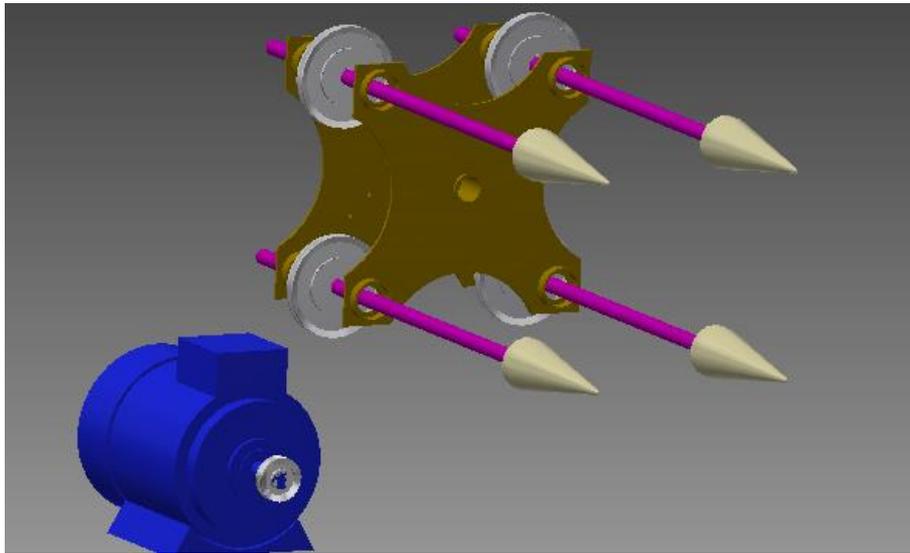


Figura 18 Sistema de enrollado

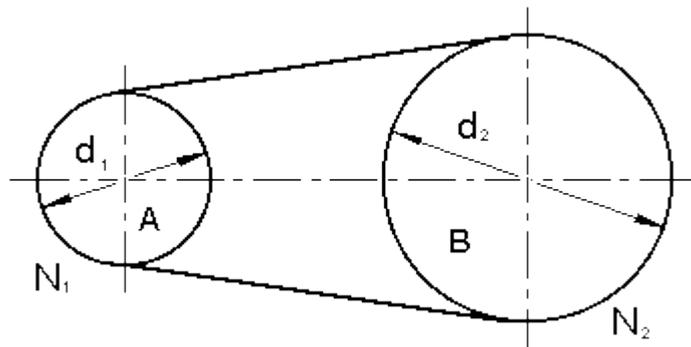


Figura 19: Relación de transmisión

Donde:

N_1 = velocidad de la polea de accionamiento en rpm

N_2 = velocidad de la polea de conducida en rpm

d_1 = diámetro de la polea de conducción

d_2 = diámetro de la polea impulsada

Ecuación 8: Cálculo de velocidades

$$N_1 d_1 = N_2 d_2$$

$$1800\text{rpm} (1,5\text{in}) = N_2 (4\text{in})$$

$$N_2 = \frac{1800\text{rpm} (1,5\text{in})}{(4\text{in})}$$

$N_2 = 675\text{rpm}$ Esta velocidad es mayor a la de 450 rpm que es más q suficiente para el proceso de enrollado por lo que los diámetros de poleas escogidas son convenientes y se aceptan para la máquina.

3.1.3 SELECCCIÓN DE LA BANDA

En primera instancia habremos de calcular la distancia entre centros entre la polea de accionamiento y la comandad para lo cual usaremos el manual de transmisión de potencia de INTERMEC S.A:

3.1.3.1 DISTANCIA ENTRE CENTROS

$C = 1,5 (D + d)$ distancia ideal

$C = 2 (D + d)$ distancia Max.

$C = 0,7 (D + d)$ distancia Min.

Ecuación 9: Distancia entre centros

Donde

C= Distancia entre centros.

D= Diámetro polea mayor o conducida.

d= Diámetro polea menor o conducción.

(S.A., Copyright 2013, pág. 24)

$$C = 1,5 (7,5 + 1,5)$$

$$C = 13,5 \text{ in} = 34,29 \text{ cm}$$

Es la distancia más adecuada que tenemos entre las poleas impulsoras y la impulsada para que el mecanismo trabaje de buena manera

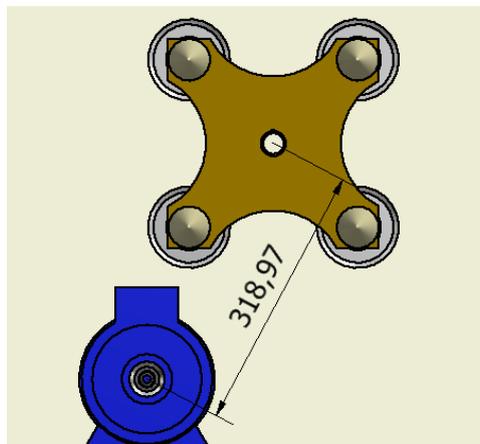


Figura 20: Distancia entre centros

Fuente: (AUTOR)

Nosotros por nuestra parte tenemos una distancia de 31,89 cm que comparado con el límite ideal. Estamos dentro del rango de trabajo

Por lo tanto $C = 31,89 \text{ cm} = 12,5 \text{ in}$

3.1.3.2 Cálculo de la longitud de la correa

Para calcular la longitud de las correas ampliaremos la siguiente fórmula:

(S.A., Copyright 2013, pág. 27)

$$L_p = 2C + 1,57[D + d] \frac{[C + d]^2}{4C}$$

Ecuación 10 longitud de la correa

Donde:

Lp: Largo de la correa.

d: Diámetro de la polea menor.

D: Diámetro de la polea mayor.

C: Distancia entre centros.

$$Lp = 2(12,5) + 1,57[7,5 + 1,5] \frac{[12,5 + 1,5]^2}{4(12,5)}$$

$$Lp = 25 + 1,57[9] \frac{[14]^2}{50}$$

Lp = 80,38 in Por lo que nuestra banda sería una A81

3.1. 4 ANÁLISIS DEL EJE ENROLLADOR

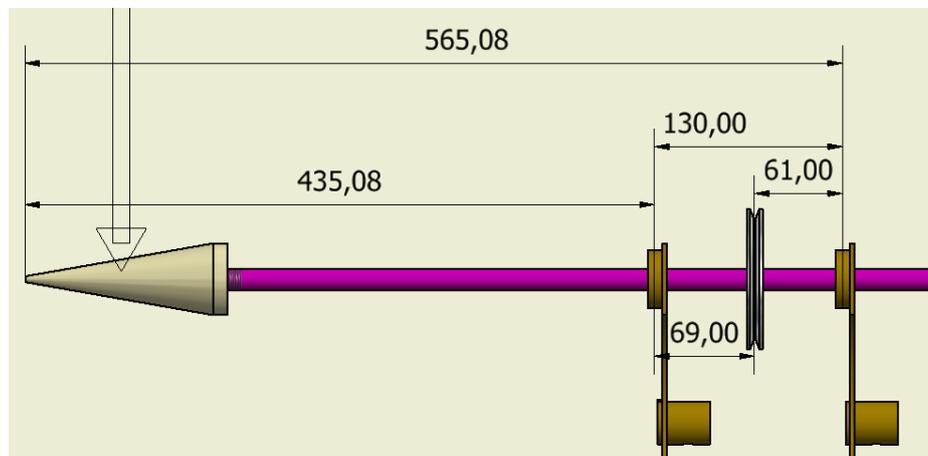


Figura 21: DIAGRAMA DE FUERZAS DE LSISTEMA DE ENROLLADO

Fuente: (AUTOR)

Previo al desarrollo de los cálculos debemos considerar la información siguiente

$$P_{mot} = \frac{1}{4} Hp = 186,425 \text{ W}$$

$$\omega = 1800 \frac{rev}{min} \left[\frac{2\pi rad}{1 rev} \right] \left[\frac{1 min}{60 s} \right] = 188,5 \text{ rad/s}$$

$$P_{mot} = \frac{T_{mot} 2\pi\eta}{60}$$

Ecuación 11: Potencia del motor

Donde:

T_{mot} : Torque que entrega el motor.

η : Velocidad angular del motor.

P_{mot} : Potencia del motor.

Despejamos T_{mot} y tendríamos

$$T_{mot} = \frac{P_{mot} 60}{2\pi\eta}$$

$$T_{mot} = \frac{186,425w(60)}{1800rpm(2\pi)}$$

$$T_{mot} = 0,99Nm$$

3.1. 4.1 CÁLCULO DEL TORQUE INCIDENTE AL EJE ENROLLADOR

Para el cálculo de del torque incidente o de la polea tendremos que multiplicarla por la relación de transmisión la cual la encontramos con la relación de velocidades y diámetros como se muestra a continuación:

$$\eta_1 d_1 = \eta_2 D_2$$

Ecuación 12: relación de transmisión en poleas

Donde:

η_1 : Velocidad de la polea motriz.

d_1 : diámetro de la polea motriz.

η_2 : Velocidad de la polea impulsada.

D_2 : diámetro de la polea impulsada.

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \left[\frac{D_2}{d_1} \right] = \left[\frac{4\text{in}}{1,5\text{in}} \right] = 2,7 = i \text{ relacion de transmision}$$

$$T_{in} = T_{mot}(i)$$

$$T_{in} = 0,99Nm(2,7)$$

$$T_{in} = 2,7Nm = T_B$$

3.1.4.2 CÁLCULO DE LAS FUERZAS EN LA POLEA

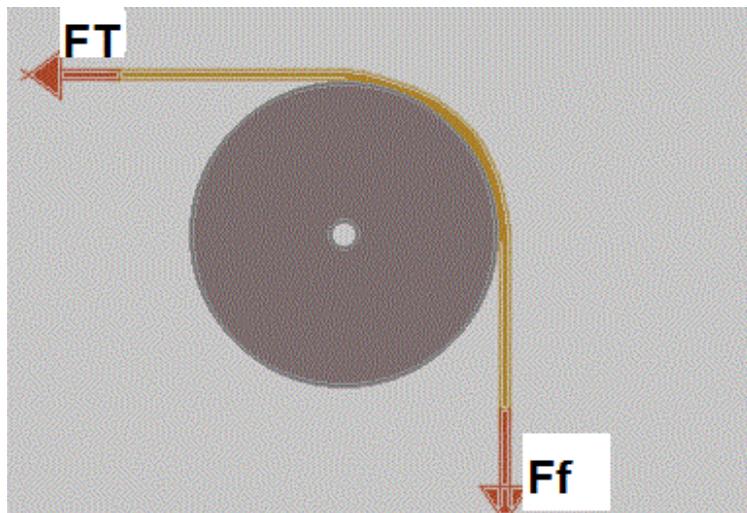


Figura 22: Diagrama de las tenciones

Fuente: (S.A, s.f.)

$$F_T = 2F_F$$

Ecuación 13: Cálculo de fuerza total de tención

Donde:

F_T : fuerza tenza

F_F : fuerza floja

$$T_B = F_T(r) - F_F(r) \text{ Operando obtenemos}$$

$$F_T = \frac{2T_B}{r} \quad \text{Ecuación para correas planas}$$

Donde:

F_T : Fuerza total de flexión

T_B : Tención que entrega el motor

r: Radio

$$F_T = \frac{2T_B}{r}$$

$$F_T = \frac{2(2,7Nm)}{0,051}$$

$$F_T = 105,9 N$$

$$F_F = \frac{F_T}{2}$$

$$F_F = 53N$$

$$F_T = F_T + F_F$$

$$F_T = 105,9 N + 53N$$

$$F_T = 158,9 N$$

La fuerza encontrada va en la mitad de la polea con un ángulo de 45° para hallar las fuerza en Z,X,Y respectivamente.

Con esta fuerza equivalente del sistema de poleas calculamos las fuerzas totales en cada uno de los ejes x, y, z.

$$F_{Tx} = 0N$$

$$F_{Ty} = -\sin 45 F_T$$

$$F_{Ty} = -\sin 45(158,9N)$$

$$F_{Ty} = -112,4N$$

$$F_{Tz} = \cos 45 F_T$$

$$F_{Tz} = \cos 45(158,9N)$$

$$F_{Tz} = -112,4N$$

Con estos datos realizamos el D.C.L para el plano YX

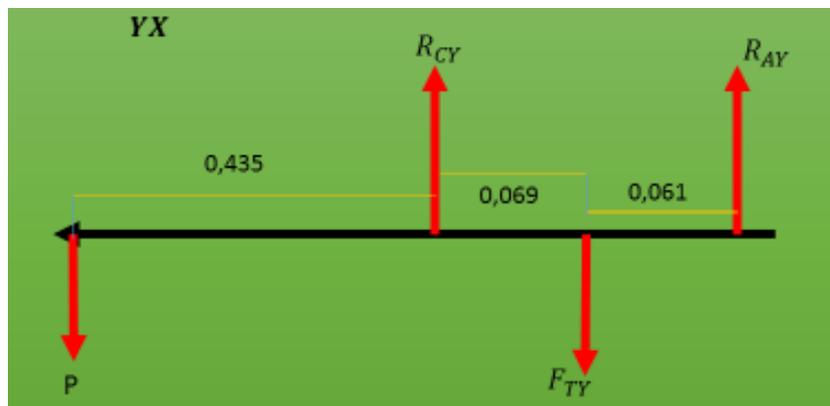


Figura 23: Diagrama de cuerpo libre plano yx

Fuente: (AUTOR)

Calcularemos las reacciones que están interviniendo en el sistema para lo cual realizaremos la sumatoria de momentos en R_{AY}

$$\sum M_A = 0$$

$$1,18(0,565) - 6,9 - R_{CY}(0,13) = 0$$

$$R_{CY} = \frac{(7,6)}{0,13}$$

$$R_{CY} = 57,9 \text{ N}$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$R_{CY} + R_{AY} - 113,58 = 0$$

$$R_{AY} = 113,58 - 57,9$$

$$R_{AY} = 55,7 \text{ N}$$

Una vez encontradas las fuerzas y reacciones del sistema procedemos a realizar los diagramas de cortante y momento flector:

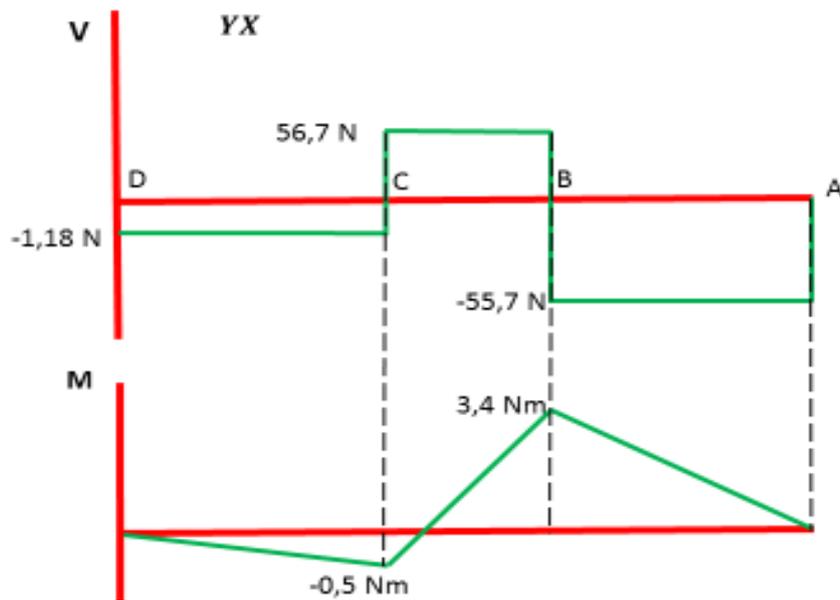


Figura 24: Diagramas de cortante momento flector plano YX

Ahora realizamos el D.C.L para el plano ZX

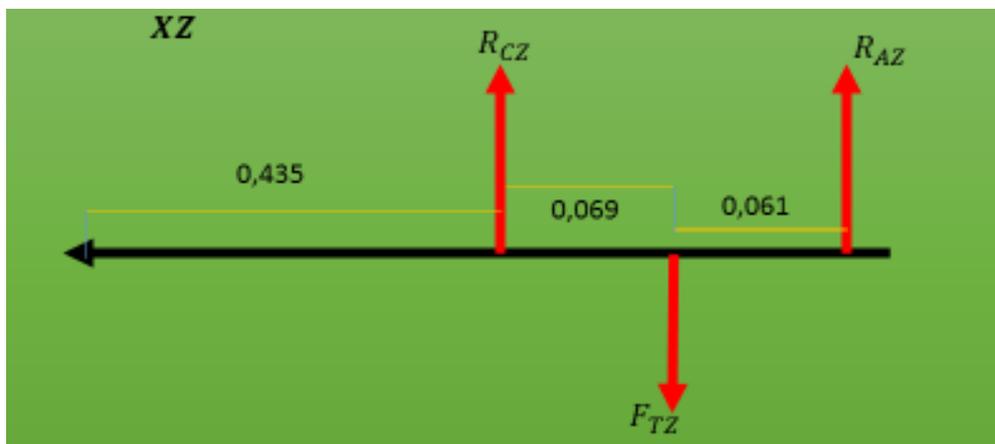


Figura 25: Diagrama de cuerpo libre para el plano XZ

Calcularemos las reacciones que están interviniendo en el sistema para lo cual realizaremos la sumatoria de momentos en R_{AZ}

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_{CZ} (0,13) - F_{TZ} (0,061) = 0$$

$$R_{CZ} = \frac{(112,4)061}{0,13}$$

$$R_{CZ} = 52,7 \text{ N}$$

$$\Sigma F_Z = 0$$

$$R_{CZ} + F_{TZ} + R_{AZ} = 0$$

$$R_{AZ} = 112,4 - 52,7$$

$$R_{AZ} = 59,7 \text{ N}$$

Una vez encontradas las fuerzas y reacciones del sistema procedemos a realizar los diagramas de cortante y momento flector:

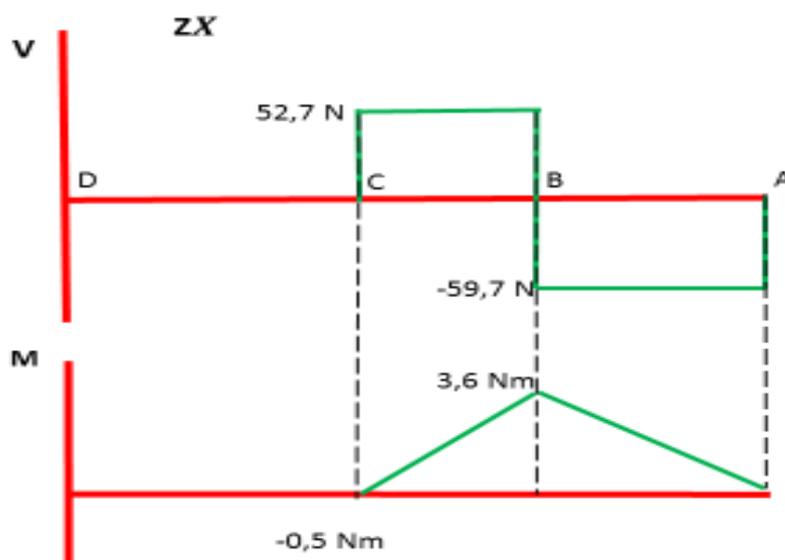


Figura 26: Diagrama de corte momento flector plano ZX

3.1. 4.3 CÁLCULO DEL TORQUE

Para realizar el cálculo de del torque crítico de la polea tendremos q multiplicarla la fuerza ejercida por la relación de transmisión por la distancia que en nuestro caso tendremos que la distancia es el radio de la polea quedándonos de la siguiente manera:

$$T = F \cdot d$$

Ecuación 14: Cálculo del torque

Fuente: (Mott, 1995)

$$r_{polea} = 2in = 5,08cm = 0,0508m$$

$$T = F_{TZ} \cdot r$$

$$T = 112,4 (0,051m)$$

$$T = 5,7Nm$$

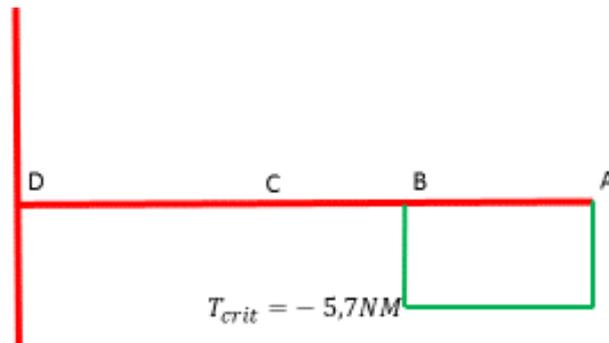


Figura 27: Diagrama de torque

Una vez obtenido todas la fuerzas existentes en el eje. Calcular la fuerza, el torque y el momento más crítico.

Para el calculo del momento crítico se lo realiza con los datos más altos

$$M_{crit} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2}$$

Ecuación 15: Cálculo del momento crítico

El momento crítico es la sumatoria de los momentos obtenidos al reemplazar los valores obtendremos el momento crítico.

$$M_{crit} = \sqrt{(3,4Nm)^2 + (3,6Nm)^2}$$

$$M_{crit} = 4,9Nm$$

El torque crítico es el valor más grande del diagrama de torques.

Una concoidos los puntos críticos se realizara el análisis estático

3.1.4.4 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE EJE ENROLLADOR

Partiendo de la teoría de la falla por distorsión de la energía la teoría de Von

Mises tenemos la ecuación:

Para hallar el diámetro se partirá de la siguiente ecuación:

$$d = \left[\frac{16 \cdot N}{\pi \cdot S_y} \cdot (4 \times M_{max}^2 + 3 T_{max}^2)^{1/2} \right]^{1/3}$$

Donde:

N: Factor de seguridad

Mmax: Momento flector máximo

Tmax: torque máximo

Sy: punto de fluencia del material (Apendice: B)

$$M_{max} = (1.8) \times M_{crit}$$

Ecuación 16: Cálculo para el momento máximo

$$M_{max} = (1.8) \times 4,9 Nm$$

$$M_{max} = 8,8 Nm$$

$$T_{max} = (1.8) \times T$$

Ecuación 17: Cálculo para torque máxima

$$T_{max} = (1.8) \times 5,7 Nm$$

$$T_{max} = 10,3 Nm$$

Reemplazando valores

$$d = \left[\frac{16 \times 2}{\pi \times (276 \times 10^6)} \cdot (4 \times (8,8 Nm)^2 + 3 (10,3 Nm)^2)^{1/2} \right]^{1/3}$$

$$d = [(3,7 \times 10^{-8}) Nm \times \sqrt[2]{628,1 Nm}]^{1/3}$$

$$d = \sqrt[3]{9,287 \times 10^{-7} m}$$

$$d = 9,76 \times 10^{-3} m$$

Una vez calculado el diámetro por el análisis de momento y de torque calcularemos el análisis por fatiga

1.3.4.5 CÁLCULO DE TENCIÓN DE ESFUERZO CORTANTE POR TORSIÓN

$$\tau_{max} = \frac{Tc}{J}$$

Ecuación 18: Tención de esfuerzo cortante por torsión

Fuente: (Mott, 1995)

Donde:

τ_{max} : Tención a la fuerza cortante por torsión.

C: Radio del eje

J: Momento polar de inercia

T: Torque

$$J = \frac{\pi d^4}{32} \quad d: \text{diámetro}$$

Fuente: (Nisbett, 2012)

$$c = \frac{d}{2}$$

Al reemplazar en la ecuación tendremos

$$\tau_{max} = \frac{T \times (d/2)}{\frac{\pi d^4}{32}}$$

$$\tau_{max} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

$$\tau_{max} = \frac{16 \times 5,7}{\pi d^3}$$

$$\tau_{max} = \frac{91,2}{\pi d^3}$$

3.1.4.6 CÁLCULO DE LA TENSIÓN DEBIDA A LA FLEXIÓN

$$\sigma = \frac{MC}{I}$$

Ecuación 19: Tensión debida a la flexión

Fuente: (Nisbett, 2012)

Donde

σ : *tención debida al felxión*

M : *magnitud del momento de la flexión*

I : *Momento de inercia*

$$I = \frac{J}{2} \text{ donde: } J = \frac{\pi d^4}{32} \text{ por lo tanto tendremos } I = \frac{\pi d^4}{64}$$

Reemplazando e la ecuación tendremos

$$\sigma = \frac{M \times \left(\frac{d}{2}\right)}{\frac{\pi d^4}{64}}$$

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3}$$

$$\sigma = \frac{32(4,9Nm)}{\pi d^3}$$

$$\sigma = \frac{156,8}{\pi d^3}$$

3.1.4.7.CÁLCULO DEL FACTOR DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS

Partimos de la siguiente tabla: factor de concentración de esfuerzos (Kf) para chaveteros.

Kf				
Tipo de Chavetero	Recocido rudeza menor que 200HB		Recocido dureza Mayor que 200HB	
	Flexión	Torsión	Flexión	Torsión
Perfil	1,6	1,3	2	1,6
Patín	1,3	1,3	1,6	1,6

Tabla 2: Factor de concentración de esfuerzos para chaveteros

Fuente: (Faires) Y (Norton, 1995)

De donde se trabajara con los valores de chavetero perfil mayor que 200HB

$$\sigma_a = K_f \times \sigma$$

Donde:

σ_a : factor de esfuerzo en funcion del momento

K_f : 2 factor de diseño en funcion del momento flexión dato de tabla

σ : tención debida a la flexión

$$\sigma_a = 2 \times \frac{156,8}{\pi d^3}$$

$$\sigma_a = \frac{313,6}{\pi d^3}$$

$$\tau = K_f \times \tau_{max}$$

Donde:

τ : factor de tención en funcion de la torsión

K_f factor de diseño en funcion del torque

τ_{max} : tención de esfuerzo cortante por torsión

$$\tau = 1,6 \times \frac{91,2}{\pi d^3}$$

$$\tau = \frac{145,92}{\pi d^3}$$

Cálculo del límite de resistencia a la fatiga

$$S_e = K_a \times K_b \times K_c \times K_d \times K_e \times K_f \times S'_e$$

Ecuación 20: Resistencia a la fatiga

Fuente: (Nisbett, 2012)

Donde k_a factor de modificación por la condición superficial (apéndice A)

k_b factor de modificación por el tamaño

k_c factor de modificación por la carga

k_d factor de modificación por la temperatura

k_e factor de confiabilidad

k_f factor de modificación por efectos varios

S'_e límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

S_e límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

Cuando no se dispone de ensayos de resistencia a la fatiga de

$$S'_e = 0,5S_u \quad \text{donde } S_u: 568\text{Mpa Resistencia del material dato de apéndice B}$$

$$S'_e = 0,5(568\text{MPa}) = 284\text{MPa}$$

Reemplazando todos los valores

$$S_e = 0,78 \times 0,8 \times 0,753 \times 1 \times 1 \times 1 \times 284\text{MPa}$$

$$S_e = 133,48\text{MPa}$$

Aplicando la ecuación de Goodman Modificado

$$\frac{1}{N} = \frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{max}^2}{S_u} + \frac{\sqrt{\sigma^2}}{S_e}$$

Donde:

N : 2 Factor de Seguridad

σ : factor de esfuerzo en funcion del momento

τ_{max} : factor de tensión en función de la torsión

S_e : Resistencia a la fatiga

S_u : 568MPa Resistencia del material dato de tabla

Reemplazando los valores tendremos

$$\frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3\left(\frac{145,92}{\pi d^3}\right)^2}}{568 \times 10^6} + \frac{\sqrt{\left(\frac{313,6}{\pi d^3}\right)^2}}{133,48 \times 10^6}$$

Despejando el diámetro tendremos

$$d = \sqrt[3]{2 \times (1,41 \times 10^{-7} + 7,48 \times 10^{-7})}$$

$$d = 0,012m = 12mm$$

Como K_b asumimos un valor al no tener el diámetro, entonces al encontrar el valor del diámetro partiremos de la ecuación

$$K_b = \begin{cases} 1 & \text{Carga axial} \\ K_b = 1, \text{ si } d_e \leq 8 \text{ mm (0.3 in)} & \\ K_b = 1.189d_e^{-0.097}, \text{ si } 8 \text{ mm} < d_e \leq 250 \text{ mm} & \text{Aceros en flexión y torsión} \\ (K_b = 0.869d_e^{-0.097}, \text{ si } 0.3 \text{ in} < d_e \leq 10 \text{ in}) & \\ K_b = 0.6, \text{ si } d_e > 250 \text{ mm (10 in)} & \end{cases}$$

Figura 28: calcular el factor K_b

Fuente: (Faires)

$$K_b = 1,189(d)^{-0,097}$$

$$K_b = 1,189(12mm)^{-0,097}$$

$$K_b = 0,93$$

Entonces el nuevo valor de S_e será

$$S_e = 0,78 \times 0,93 \times 0,753 \times 1 \times 1 \times 1 \times 284MPa$$

$$S_e = 156,2MPa$$

Entonces el diámetro resultante tendremos

$$\frac{1}{N} = \frac{\sqrt{3 \cdot \tau_{max}^2}}{Su} + \frac{\sqrt{\sigma^2}}{Se}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3 \left(\frac{145,92}{\pi d^3} \right)^2}}{568 \times 10^6} + \frac{\sqrt{\left(\frac{313,6}{\pi d^3} \right)^2}}{156,2 \times 10^6}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{80,44}{568 \times 10^6 N m d^3} + \frac{99,82}{156,2 \times 10^6 N m \times d^3}$$

$$d = \sqrt[3]{2 \times (1,41 \times 10^{-7} + 6,39 \times 10^{-7}) m^3}$$

$$d = 0,011 m = 11 mm$$

Una vez realizado todos los cálculos respectivos se obtiene un resultado del diámetro que se debe diseñar el eje que es de 11mm., pero se ha seleccionado un diámetro de 15mm por cuanto no se disponía la mediada requerida en ese momento; por lo tanto no se presentara problemas ya que se tiene una sobre dimensión de 4mm de diámetro de lo requerido.

3.1.5 ANÁLISIS DE LA CRUZ DE MALTA

Es un mecanismo que permite un moviento continua en movimiento intermitente

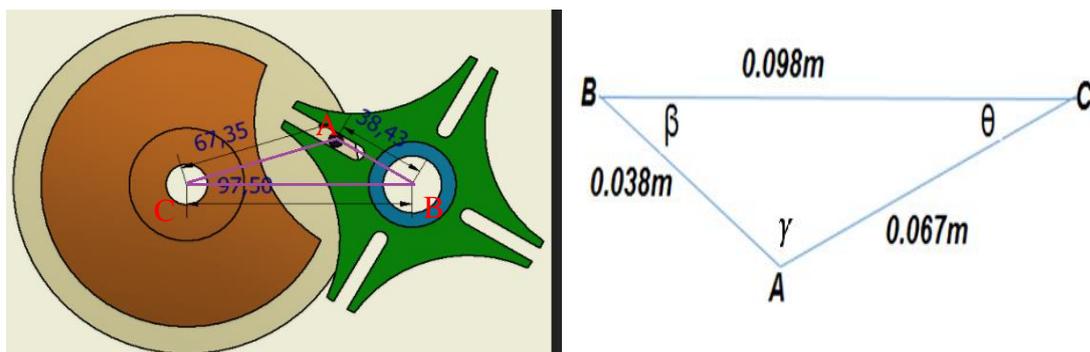


Figura 29: Cruz de Malta

La rueda realiza un cambio de velocidad cada 90°

Recorre 270° en un tiempo de 7seg. La velocidad es constante

Para saber el tiempo al recorrer los 360° se realiza una regla de tres simple dando como resultado un tiempo de 9,3 seg.

Entonces a los 90° se tendrá que realizar una resta y se tendrá un tiempo de 2,3 seg.

$$270^\circ = \frac{3\pi}{2} \quad y \quad 360^\circ = 2\pi$$

$$270^\circ \quad 7seg$$

$$360^\circ \quad \times$$

$$x = \frac{360(7)}{270} = 9,3 \text{ seg.}$$

Para el cálculo de la velocidad angular

$$w = \frac{\theta}{t} \quad \text{donde; } w \text{ es la velocidad angular, } t \text{ tiempo } \theta \text{ angulo en rad.}$$

$$w = \frac{2\pi}{9.3seg} = 0,68 \frac{rad}{seg}$$

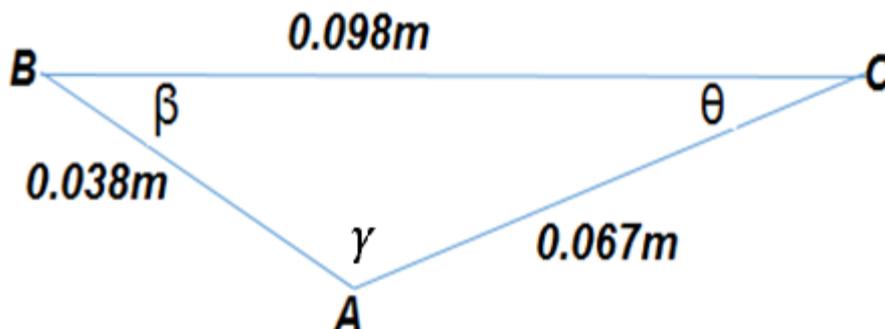
$$w = \frac{2\pi}{9.3seg} \times \frac{60seg}{1min} \times \frac{1rev}{2\pi} = 6,4rpm$$

Entonces el cambio de velocidad tendremos

$$\alpha_{AB} = \frac{W_{AB}}{t}$$

$$\alpha_{AB} = \frac{0,68}{2,3} = 0,3 \text{ rad/seg}^2$$

Partiremos del triángulo que se formó al unir en acople de la rueda con la cruz



Aplicamos ley de cosenos para hallar el ángulo alfa

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2abc\cos\gamma$$

Ecuación 21: Ley de cosenos

$$\cos\gamma = c^2 - a^2 - b^2 / 2ab$$

$$\cos\gamma = 0.098^2 - 0.067^2 - 0.038^2 / 2(0.098)(0.038)$$

$$\gamma = 136.1^\circ$$

Aplicamos ley de senos

$$\frac{a}{\text{sen}\beta} = \frac{b}{\text{sen}\theta} = \frac{c}{\text{sen}\gamma}$$

Ecuación 22: Ley de senos

$$\frac{a}{\text{sen}\beta} = \frac{c}{\text{sen}\gamma} \quad \text{sen}\beta = \frac{a\text{sen}\gamma}{c}$$

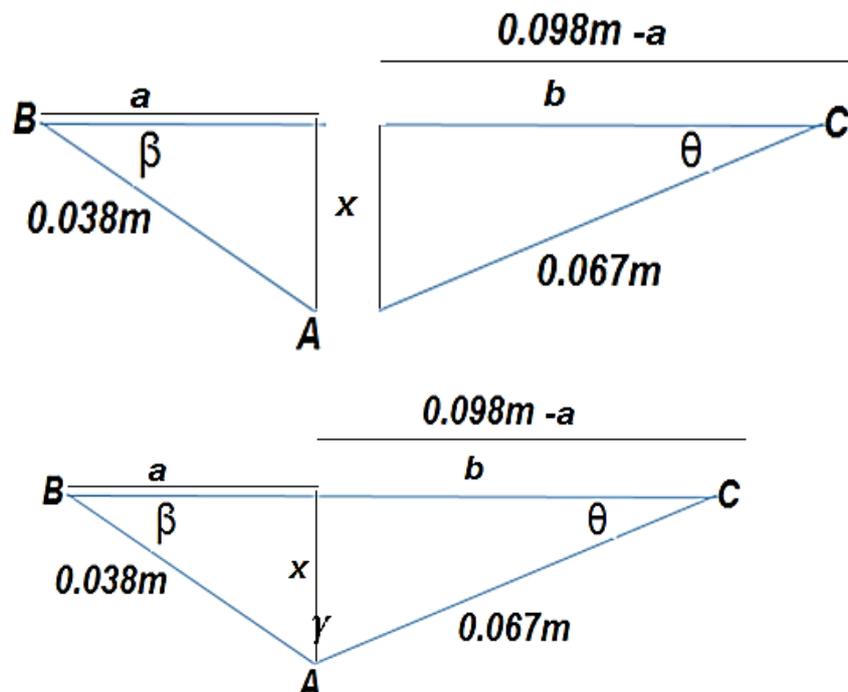
$$\text{sen}\beta = \frac{0.067\text{sen}136.1}{0.098}$$

$$\beta = 28.3^\circ$$

$$\frac{b}{\text{sen}\theta} = \frac{c}{\text{sen}\gamma} \quad \text{sen}\theta = \frac{b\text{sen}\gamma}{c}$$

$$\text{sen}\theta = \frac{0.038\text{sen}136.1}{0.098}$$

$$\theta = 15.6^\circ$$



A partir de la figura partiremos para encontrar los vectores posiciones para poder encontrar la velocidad y la aceleración.

Entonces

$$\text{sen } 28,3 = \frac{a}{0,038}$$

$$\text{sen } 28,3 \times 0,038 = a \quad \mathbf{a = 0.033}$$

$$\text{cos } 28,3 = \frac{a}{0,038}$$

$$\text{sen } 28,3 \times 0,038 = x \quad \mathbf{x = 0.018}$$

$$\text{cos } 15,6 = \frac{b}{0,018}$$

$$\text{cos } 28,3 \times 0,018 = b \quad \mathbf{b = 0.065}$$

Análisis de velocidades

$$VA = VB + V_{Areal} + \omega_{AB} \times R_{AB}$$

$$VA = 0 + V_{Areal} + (0,68k) \times (0,033i - 0,018j)$$

$$VA = 0 + V_{Areal} + (0,022i - 0,012j)$$

$$VA = V_{Areal} + (0,022i - 0,012j) \quad \text{Ec1}$$

Suponiendo que el punto A esta fijo a la barra AB, la V_{Areal} será

$$V_{Areal} = (V_{Areal} \cos \beta i) + (V_{Areal} \sin \beta j) \quad \text{Ec2}$$

Reemplazando Ec2 en Ec1 tendremos

$$VA = (V_{Areal} \cos \beta i) + (V_{Areal} \sin \beta j) + (0,022i - 0,012j)$$

$$VA = (V_{Areal} \cos \beta + 0,022)i + (V_{Areal} \sin \beta - 0,012)j \quad \text{Ec3}$$

VA visto desde el punto C

$$VA = VC + \omega_{AC} \times R_{AC}$$

$$VA = 0 + \omega_{AC} \times (-0,065i - 0,018j)$$

$$VA = (-0,065\omega_{AC}i - 0,018\omega_{AC}j) \quad \text{Ec4}$$

Iguamos VA

$$(V_{Areal}\cos\beta + 0.022)i + (V_{Areal}\sen\beta - 0.012)j = -0.065\omega_{AC}i - 0.018\omega_{AC}j$$

Igualamos la i y la j

$$i) (V_{Areal}\cos\beta + 0.022) = -0.065\omega_{AC}$$

$$j) (V_{Areal}\sen\beta - 0.012) = -0.018\omega_{AC}$$

Despejando ω_{AC} tendremos

$$\omega_{AC} = \frac{(V_{Areal}\cos\beta + 0.022)}{-0.065} \quad \omega_{AC} = \frac{(V_{Areal}\sen\beta - 0.012)}{0.018}$$

Igualandos tendremos

$$\frac{(V_{Areal}\cos\beta + 0.022)}{-0.065} = \frac{(V_{Areal}\sen\beta - 0.012)}{0.018}$$

$$(V_{Areal}\cos\beta + 0.022)(0.018) = V_{Areal}\sen\beta - 0.012(-0.065)$$

$$(0.018V_{Areal}\cos 28.3 + 0.000396) = (V_{Areal}\sen 28.3 - 0.00078)$$

$$(0.018V_{Areal}\cos 28.3 - (V_{Areal}\sen 28.3)) = -0.00078 - 0.000396$$

$$V_{Areal} = \frac{0.001176}{0.01425} \quad V_{Areal} = -0.081 \text{ m/s}$$

$$\omega_{AC} = \frac{(0.081\cos\beta + 0.022)}{-0.065} \quad \omega_{AC} = -4.8 \text{ rad/seg}$$

Cuando el pasador se está moviendo respecto a la ranura es de **0.081 m/s**

hacia B el vector V_{Areal} es

$$V_{Areal} = -0.081(\cos\beta i + \sen\beta j)$$

$$V_{Areal} = -0.081(\cos 28.3 i + \sen 28.3 j) = (-0.07 i - 0.04 j) \text{ m/s}$$

Análisis de la aceleración

$$A_A = A_B + A_{Areal} + 2\omega_{AB} \times V_{Areal} + \alpha_{AB} \times R_{AB} - \omega_{AB}^2 R_{AB}$$

$$A_A = 0 + A_{Areal} + 2(0.68 \times (-0.07 i - 0.04 j)) + 0.3k \times (0.033 i - 0.018 j) \\ - 0.86^2 (0.033 i - 0.018 j)$$

$$A_A = A_{Areal} + (0.952i - 0.0544j) + (0.0099i - 0.0054j) - (0.015i - 0.0083j)$$

$$A_A = A_{Areal} + 0.0448i - 0.93j \quad \text{Ec5}$$

Sobre la barra AB será

$$A_{Areal} = (A_{Areal} \cos \beta i) + (A_{Areal} \sen \beta j) \quad \text{Ec6}$$

Reemplazando Ec6 en Ec5

$$A_A = (V_{Areal} \cos \beta i) + (V_{Areal} \sen \beta j) + 0.0448i - 0.93j \quad \text{Ec7}$$

$$A_A = (0.0448 + V_{Areal} \cos \beta)i + (-0.93 + V_{Areal} \sen \beta)$$

Aceleración de A vista desde C

$$A_A = A_B + \alpha_{AB} X R_{AC} - \omega_{AB}^2 R_{AC}$$

$$A_A = 0 + \alpha_{AB} X (-0.065i - 0.018j) - 4.8^2 (-0.065i - 0 - 0.018j)$$

$$A_A = (-0.065i \alpha_{AB} + 0.018j \alpha_{AB}) - (-1.49i - 0.4j)$$

$$A_A = (0.018 \alpha_{AB} - 1.49)i - (0.065 \alpha_{AB} + 0.4)j$$

$$(0.0448 + V_{Areal} \cos \beta)i + (-0.93 + V_{Areal} \sen \beta)$$

$$= (0.018 \alpha_{AB} - 1.49)i - (0.065 \alpha_{AB} + 0.4)j$$

Al igualar vector i y vector j tendremos

$$i) (A_{Areal} \cos \beta + 0.0448) = 0.018 \alpha_{AC} - 1.49$$

$$j) (A_{Areal} \sen \beta - 0.93) = -0.018 \alpha_{AC} - 0.41$$

Despejando e igualando

$$(A_{Areal}) = 0.018 \alpha_{AC} - 1.49 - 0.0448 / \cos 28.3$$

$$(A_{Areal}) = -0.065 \alpha_{AC} - 0.41 + 0.93 / \sen 28.3$$

$$(A_{Areal}) = 0.018 \alpha_{AC} - 1.5 / \cos 28.3$$

$$(A_{Areal}) = -0.065 \alpha_{AC} - 0.52 / \sen 28.3$$

$$(-0.065 \alpha_{AC} - 0.52) / \sen 28.3 = (0.018 \alpha_{AC} - 1.5) / \cos 28.3$$

$$(-0.065 \alpha_{AC} - 0.52) \cos 28.3 = (0.018 \alpha_{AC} - 1.5) \sen 28.3$$

$$(-0.0085 \alpha_{AC} - 0.71) = (0.05 \alpha_{AC} - 0.36)$$

$$\alpha_{AC} = \frac{0.35}{0.058} = 6.03 \text{ rad/seg}^2$$

3. 1.6 CÁLCULO DEL SISTEMA GIRATORIO .

Para esta parte tendremos que tomar en cuenta distintas partes constitutivas que están actuando sobre el eje principal de las cuales se calculara el momento de inercia de cada una de las partes constitutivas montadas sobre el eje todas las partes a excepción del eje tienen forma prismática por lo tanto.

$$I_z = \frac{1}{12} m (4a^2 + b^2)$$

$$I_1 = \frac{1}{12} m (4a^2 + b^2)$$

$$I_1 = \frac{1.128}{12} (4(0,25)^2 + (0,25)^2)$$

$$I_1 = 0,029 \text{ kgm}^2 = I_2$$

$$I_3 = \frac{1}{12} m (4a^2 + b^2)$$

$$I_3 = \frac{2,327}{12} (4(0,29)^2 + (0,29)^2)$$

$$I_3 = 0,082 \text{ kgm}^2$$

$$I_4 = \frac{1}{12} m (4a^2 + b^2)$$

$$I_4 = \frac{m}{12} (4(0,25)^2 + (0,0625)^2)$$

$$I_4 = 0,37 \text{ kgm}^2$$

$$I_5 = \frac{1}{2} mr^2$$

$$I_5 = \frac{1}{2} 4,44(0,0125)^2$$

$$I_5 = 0,0003469 \text{ kgm}^2$$

$$I_6 = \frac{1}{12} m (4a^2 + b^2)$$

$$I_6 = \frac{1,43}{12} (4(0,29)^2 + (0,12)^2)$$

$$I_6 = 0,042 \text{ kgm}^2$$

A continuación sumamos todos los momentos de inercia antes calculados

$$I_{\text{Total}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6$$

$$I_{\text{Total}} = 0,029 + 0,029 + 0,082 + 0,37 + 0,0003469 + 0,042$$

$$I_{\text{Total}} = 0,055 \text{ kgm}^2$$

Ahora deberemos encontrar el torque que requerimos para poder vencer este momento de inercia entonces definimos que el sistema parte del reposo y debe

alcanzar una velocidad de $4,8 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$

$$\omega_0 = 0 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$\omega_f = 4,8 \frac{\text{rad}}{\text{seg}} \quad \alpha = 6,03 \text{ rad/seg}^2$$

$$T = I_{\text{Total}} * \alpha_{AC}$$

$$T = 0,55 * (6,03)$$

$$T = 0,33 \text{ Nm.}$$

Entonces la potencia requerida para mover el moldeador es:

$$P = T * \omega_f$$

Ecuación 23: Calculo de la potencia mecánica

$$P = 0,33 * 4,8$$

$$P = 4,71 * 10^{-4} * 47,12$$

$$P = 1,584 \text{ watts}$$

3.1.7 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO PARA EL EJE CENTRAL.

La potencia que se encontró anteriormente es la potencia mecánica sin embargo seleccionando un motor con una eficiencia de 80% es posible calcular la potencia eléctrica de dicho motor:

$$\varepsilon = \frac{\text{Pot}_{\text{mecanica}}}{\text{Pot}_{\text{electrica}}}$$

Ecuación 24 : Eficiencia mecánica

$$\text{Pot}_{\text{electrica}} = \frac{\text{Pot}_{\text{mecanica}}}{\varepsilon} = \frac{1,584 \text{ watts}}{0,80} = 1,98 \text{ watts}$$

Con esta información el motor que seleccionaremos será el de las características siguientes:

DATOS SOBRE EL MOTOR ELÉCTRICO

Propiedades del motor eléctrico del sistema de alimentación	
Marca	SIEMENS
Modelo	083 – 4YA60
Carcasa	IP 55
Potencia (Hp)	1
Fase	trifasico
Rpm	1650
Corriente nominal en 220v (amp)	2,9
Par nominal Pmax (Nm)	5
Peso (kg)	8,9
Eficiencia nominal	65,9

Tabla 3: Características Técnicas del motor

3.1.8 RELACIONES DE TRANSMICIÓN

Para el cálculo de la relación de transmisión que tendrá el sistema del eje central deberemos relacionar las poleas que conformaran el sistema de transmisión

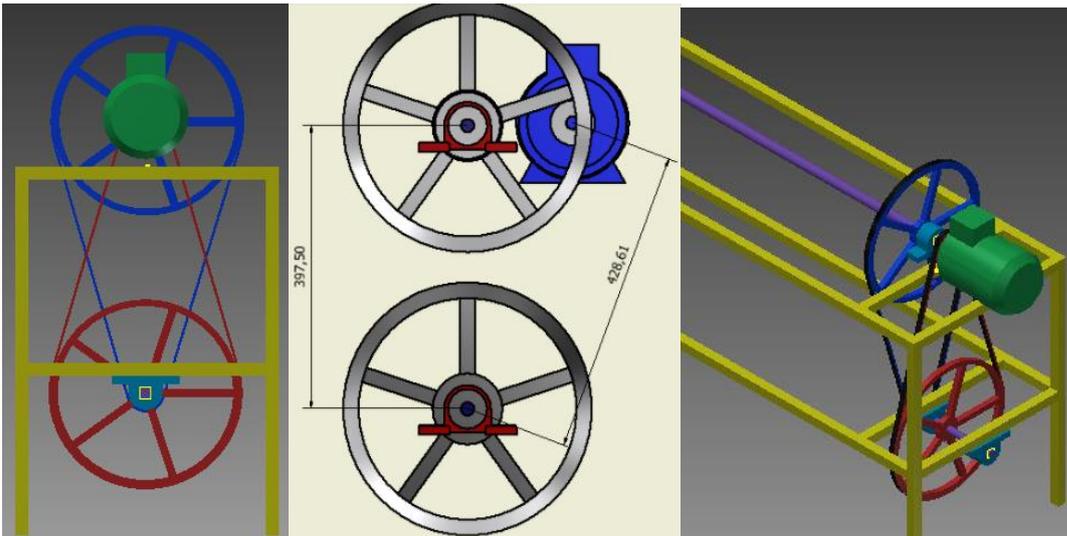


Figura 30: Sistema de eje central

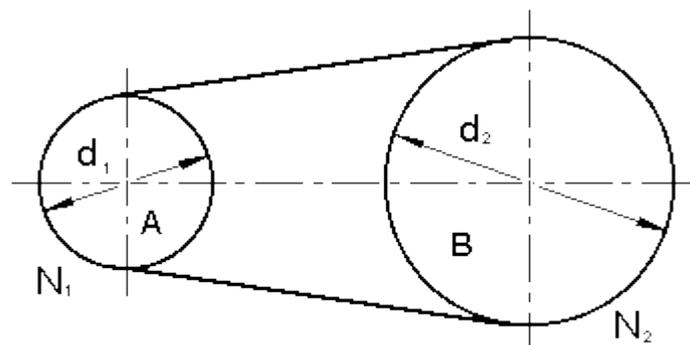


Figura 31: Relación de transmisión

Donde

N_1 = velocidad de la polea de accionamiento en rpm

N_2 = velocidad de la polea de conducida en rpm

d_1 = diámetro de la polea de conducción

d_2 = diámetro de la polea impulsada

$$N_1 d_1 = N_2 d_2$$

Ecuación 25: Cálculo de velocidades

$$1660\text{rpm} (2,5\text{in}) = N_2 (14\text{in})$$

$$N_2 = \frac{1660\text{rpm} (2,5\text{in})}{(14\text{in})}$$

$$N_2 = 296,4 \text{rpm}$$

$$N_2 d_2 = N_3 d_3$$

$$296,4 \text{rpm} (2,5 \text{in}) = N_3 (14 \text{in})$$

$$N_3 = \frac{1660 \text{rpm} (2,5 \text{in})}{(14 \text{in})}$$

$$N_3 = 52,9 N_2 \text{rpm}$$

Para lograr la velocidad deseada se le ha implementado un variador de frecuencia

3.1.9 SELECCIÓN DE LA BANDA

En primera instancia habremos de calcular la distancia entre centros entre la polea de accionamiento y la comandada para lo cual usaremos el manual de transmisión de potencia de INTERMEC S.A:

3.1.10 DISTANCIA ENTRE CENTROS.

C= 1,5 (D + d) distancia ideal

C= 2 (D + d) distancia Max.

C= 0,7 (D + d) distancia Min.

Ecuación 26 distancia entre centros

Donde

C= Distancia entre centros.

D= Diámetro polea mayor o conducida.

d= Diámetro polea menor o conducción.

(S.A., Copyright 2013, pág. 24)

$$C = 1,5 (14 + 2,5)$$

$$C = 24,75 \text{ in} = 62,8 \text{ cm}$$

$$C = 0,7 (14 + 2,5)$$

$$C = 11,55 \text{ in} = 29,34 \text{ cm}$$

Se calculó el valor mínimo (29,34 cm) y el valor más adecuado (62,8 cm)

Nuestros valores se encuentran dentro de estos rangos

$$c_1 = 42,9 N_2 \text{ cm} \quad C_2 = 39,8 \text{ cm}$$

3.1.11 CÁLCULO DE LA LONGITUD DE LA CORREA

Para calcular la longitud de las correas ampliaremos la siguiente fórmula:

(S.A., Copyright 2013, pág. 27)

$$L_p = 2C + 1,57[D + d] \frac{[C + d]^2}{4C}$$

Ecuación 27 longitud de la correa

Donde:

L_p: Largo de la correa.

d: Diámetro de la polea menor.

D: Diámetro de la polea mayor.

C: Distancia entre centros.

$$L_{P1} = 2(15,6) + 1,57[14 + 2,5] \frac{[15,6 + 2,5]^2}{4(15,6)}$$

$$L_{P1} = 59,26 \text{ in} \quad \text{Por lo que nuestra banda sería una A60}$$

$$L_{P2} = 2(16,9) + 1,57[14 + 2,5] \frac{[16,9 + 2,5]^2}{4(16,9)}$$

$$L_{P2} = 61,7 \text{ in} \quad \text{Por lo que nuestra banda sería una A62}$$

3.1.12. CÁLCULO DE EJE PRINCIPAL

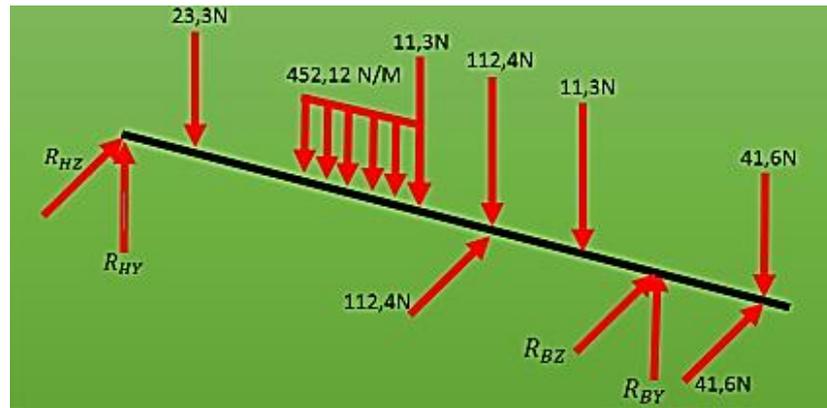


Figura 32: Diagrama de fuerzas del eje cetral

Previo al desarrollo de los cálculos debemos considerar la información siguiente

$$P_{mot} = 1Hp = 745,7 \text{ W}$$

$$\omega = 1660 \frac{rev}{min}$$

$$P_{mot} = \frac{T_{mot} 2\pi\eta}{60}$$

Ecuación 28: Potencia de motor

Donde:

T_{mot} : Torque que entrega el motor.

η : Velocidad angular del motor.

P_{mot} : Potencia del motor.

Despejamos T_{mot} y tendríamos

$$T_{mot} = \frac{P_{mot} 60}{2\pi\eta}$$

$$T_{mot} = \frac{745,7w(60)}{1660rpm(2\pi)}$$

$$T_{mot} = 4,3Nm$$

3.1.13 CÁLCULO DEL TORQUE INCIDENTE

Para el cálculo de del torque incidente a la cruz de malta se sabe que es el 60% del torque que entrega el motor entonces:

$$T_{cm} = \text{Torque de la cruz de malta}$$

$$T_{cm} = 0,6T_{mot}$$

$$T_{cm} = 0,6(4,3)$$

$$T_{cm} = 2,58 \text{ Nm}$$

Calculo de las fuerzas q actúan en la cruz de malta:

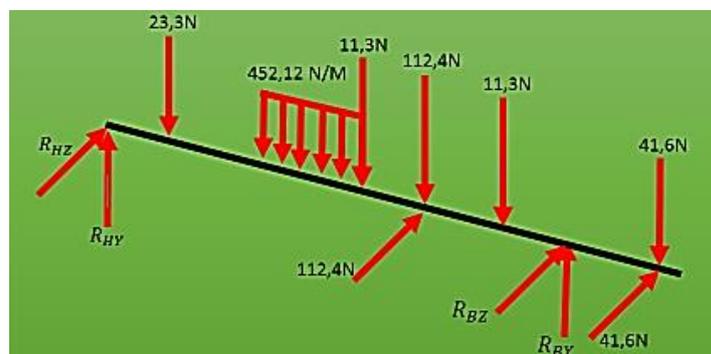
$$F_{Tcm} = \text{fuerza tangencial de la cruz de malta}$$

$$F_{Tcm} = \frac{T_{cm}}{r_{cm}} = \frac{2,58}{0,062} = 41,6\text{N}$$

$$F_{Rcm} = \text{fuerza radial de la cruz de malta}$$

$$F_{Rcm} = \tan\theta F_{Tcm} = \tan 45 (41,6\text{N}) = 41,6\text{N}$$

El siguiente gráfico representa todas las fuerzas que actúan en el eje central de la enrolladora



Con estos datos realizamos el D.C.L para el plano YX

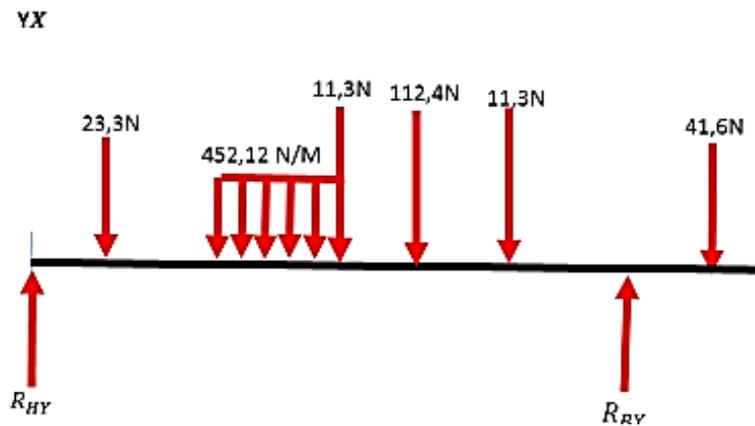


Figura 33 Diagrama de cuerpo libre plano yx

Fuente: (AUTOR)

Calcularemos las reacciones que están interviniendo en el sistema para lo cual realizaremos la sumatoria de momentos en R_{AY}

$$\sum M_A = 0$$

$$0,049(-23,3) + 0,6(-170N) - 0,8(-11,3N) + 0,9(-112,4N) + 0,97(-11,3) + R_{BY}$$

$$(1) + 1,1(41,6N) = 0$$

$$R_{BY} = 258,52N$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$R_{HY} - 23,3 - 170 - 11,3 - 112,4 - 11,3 + R_{BY} - 41,6 = 0$$

$$R_{HY} = 111,37N$$

Una vez encontradas las fuerzas y reacciones del sistema procedemos a realizar los diagramas de cortante y momento flector:

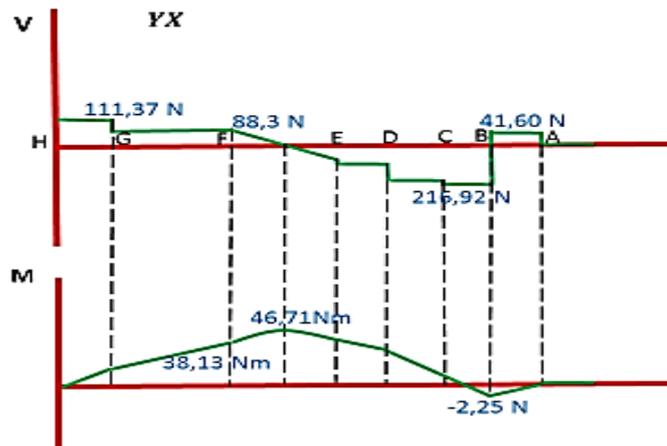


Figura 34: Diagramas de cortante momento flector plano YX

Ahora realizamos el D.C.L para el plano ZX

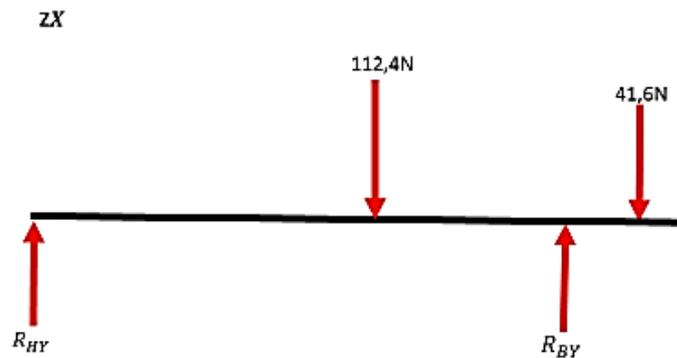


Figura 35: Diagrama de cuerpo libre para el plano XZ

Fuente: (AUTOR)

Calcularemos las reacciones que están interviniendo en el sistema para lo cual realizaremos la sumatoria de momentos en R_{AZ}

$$\sum M_H = 0$$

$$-112.4(0.9) + R_{BZ}(1) - 416.6(1.13) = 0$$

$$R_{BZ} = 138.07N$$

$$\sum F_Z = 0$$

$$R_{HZ} - 112.4 + R_{BZ} - 41.6 = 0 \quad R_{HZ} = 15$$

Una vez encontradas las fuerzas y reacciones del sistema procedemos a realizar los diagramas de cortante y momento flector:

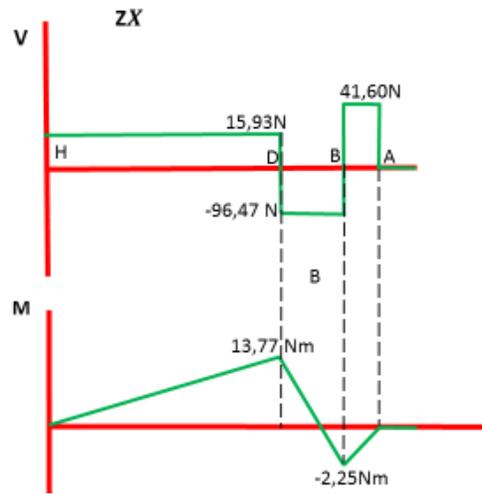


Figura 36: Diagrama de corte momento flector plano ZX

3.1.14 CÁLCULO DEL TORQUE DEL EJE PRINCIPAL

Para realizar el cálculo de del torque crítico de la polea tendremos q multiplicarla la fuerza ejercida por la relación de transmisión por la distancia que en nuestro caso tendremos que la distancia es el radio de la polea quedándonos de la siguiente manera:

$$T = F \cdot d$$

Ecuación 29: Cálculo del torque

$$r_{polea} = 2in = 5,08cm = 0,0508m$$

$$T = F_{TZ} \cdot r$$

$$T = 112,4 (0,051m)$$

$$T_{crit} = 20,23Nm$$

$$T_{max} = 1.8(20.23Nm)$$

$$T_{max} = 36.4Nm$$

Cálculo del momento crítico

$$M_{crit} = \sqrt{My^2 + Mz^2}$$

Ecuación 30: Cálculo del momento crítico

El momento crítico es la sumatoria de los momentos obtenidos al reemplazar los valores obtendremos el momento crítico.

$$M_{crit} = \sqrt{(46.71Nm)^2 + (9.23Nm)^2}$$

$$M_{crit} = 47.6Nm$$

$$M_{max} = 1.8(47.6Nm)$$

$$M_{max} = 85.7Nm$$

3.1.15 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE EJE PRINCIPAL

Partiendo de la teoría de la falla por distorsión de la energía la teoría de Von Mises tenemos la ecuación:

Para hallar el diámetro se partirá de la siguiente ecuación:

$$d = \left[\frac{16.N}{\pi.Sy} \cdot (4 \times Mmax^2 + 3 Tmax^2)^{1/2} \right]^{1/3}$$

Donde:

N: Factor de seguridad

Sy: punto de fluencia del material

Mmax: Momento flector máximo

(tabla valores para sy

Tmax: torque máximo

Reemplazando valores

$$d = \left[\frac{16 \times 2}{\pi \times (276 \times 10^6)} \cdot (4 \times (85.7Nm)^2 + 3 (36.4Nm)^2)^{1/2} \right]^{1/3}$$

$$d = \left[(3,7 \times 10^{-8})Nm \times \sqrt{29377,96 + 1227,76Nm} \right]^{1/3}$$

$$d = \sqrt[3]{3,7 \times 10^{-7}(174,9)m}$$

$$d = 0,02m \quad d = 20mm$$

Cálculo de tensión de esfuerzo cortante por torsión

$$\tau_{max} = \frac{Tc}{J}$$

Ecuación 31: Tensión de esfuerzo cortante por torsión

Donde:

τ_{max} : tensión de esfuerzo constante por torsión

c : Radio del eje

T : torque

J : Momento polar de inercia

$$J = \frac{\pi d^4}{32} \quad d: \text{diámetro}$$

$$c = \frac{d}{2}$$

Al reemplazar en la ecuación tendremos

$$\tau_{max} = \frac{T \times (d/2)}{\frac{\pi d^4}{32}}$$

$$\tau_{max} = \frac{16 \times 20,23}{\pi d^3}$$

$$\tau_{max} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

$$\tau_{max} = \frac{91,2}{\pi d^3}$$

Cálculo de la Tensión debida a la flexión

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

Ecuación 32: Tensión debida a la flexión

Donde

σ : tensión debida al flexión

I : Momento de inercia

M : magnitud del momento de la flexión

$$I = \frac{J}{2} \text{ donde: } J = \frac{\pi d^4}{32} \text{ por lo tanto tendremos } I = \frac{\pi d^4}{64}$$

Reemplazando en la ecuación tendremos

$$\sigma = \frac{M \times \left(\frac{d}{2}\right)}{\frac{\pi d^4}{64}}$$

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3}$$

$$\sigma = \frac{32(47.6Nm)}{\pi d^3}$$

$$\sigma = \frac{2}{\pi d^3}$$

Factor de concentración de esfuerzos

$$\sigma_a = K_{ff} \times \sigma$$

Donde:

σ_a : factor de esfuerzo en función del momento

K_{ff} : 2 factor de diseño en función del momento flexión dato de tabla

σ : tensión debida a la flexión

$$\sigma_a = \frac{969,7}{\pi d^3}$$

$$\tau = K_{ft} \times \tau_{max} \quad k_f(T) = 1.6$$

Donde:

τ : factor de tensión en función de la torsión

K_{ft} factor de diseño en función del torque

τ_{max} : tensión de esfuerzo constante por torsión

$$\tau = \frac{164.8}{\pi d^3}$$

Cálculo de la resistencia a la fatiga

$$S_e = K_a \times K_b \times K_c \times K_d \times K_e \times K_{car} \times S'_e$$

Ecuación 33: Resistencia a la fatiga

Donde :

S_e: Resistencia a la fatiga

K_a: 0,78 dato de tabla

K_b: 0,8 dato asumido

K_c: 0,753 confiabilidad de 9,99% dato de tabla

K_d: 1 temperatura ≤ 450°C

K_e: 1 efectos varios

K_{car}: 1 Von Mises

S'_e = 0,5*S_u* donde *S_u*: 568Mpa Resistencia del material dato de tabla

$$S'_e = 0,5(568MPa) = 284MPa$$

Reemplazando todos los valores

$$S_e = 0,78 \times 0,8 \times 0,753 \times 1 \times 1 \times 1 \times 284MPa$$

$$S_e = 133,48MPa$$

Aplicando la ecuación de Goodman Modificado

$$\frac{1}{N} = \frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{max}^2}{S_u} + \frac{\sqrt{\sigma^2}}{S_e}$$

Donde:

N: 2 Factor de Seguridad

σ_a: factor de esfuerzo en funcion del momento

τ : factor de tensión en función de la torsión

S_e : Resistencia a la fatiga

S_u : 568MPa Resistencia del material dato de tabla

Reemplazando los valores tendremos

$$\frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3\left(\frac{164,8}{d^3}\right)^2}}{568 \times 10^6} + \frac{\sqrt{\left(\frac{969,7}{d^3}\right)^2}}{133,48 \times 10^6}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{\frac{285,4}{d^3}}{568 \times 10^6} + \frac{\frac{969,7}{d^3}}{133,48 \times 10^6}$$

Despejando el diámetro tendremos

$$d = \frac{2(7.802 \times 10^{-7})}{\sqrt[3]{1.5604 \times 5}}$$

$$d = 0,025m = 25mm$$

Como K_b asumimos un valor al no tener el diámetro, entonces al encontrar el valor del diámetro el nuevo valor de k_b será

$$K_b = 1,189(d)^{-0,097}$$

$$K_b = 1,189(25mm)^{-0,097}$$

$$K_b = 0,87$$

Entonces el nuevo valor de S_e será

$$S_e = 0,78 \times 0,87 \times 0,753 \times 1 \times 1 \times 1 \times 284MPa$$

$$S_e = 144,8MPa$$

Entonces el diámetro resultante tendremos

$$\frac{1}{N} = \frac{\sqrt{3 \cdot \tau_{max}^2}}{S_u} + \frac{\sqrt{\sigma^2}}{S_e}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3\left(\frac{164,8}{d^3}\right)^2}}{568 \times 10^6} + \frac{\sqrt{\left(\frac{969,7}{d^3}\right)^2}}{1448 \times 10^6}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{5.02 \times 10^{-7}}{d^3} + \frac{6.697 \times 10^{-6}}{d^3}$$

$$d = \frac{2(5.02 \times 10^{-7} + 6.697 \times 10^{-6})}{\sqrt[3]{1.4398 \times 10^{-5}}}$$

$$d = 0,024m = 24mm$$

Una vez realizado todos los cálculos respectivos se obtiene un resultado del diámetro que se debe diseñar el eje que es de 25 mm., pero se ha seleccionado un diámetro de 15mm por cuanto no se disponía la mediada requerida en ese momento; por lo tanto no se presentara problemas ya que se tiene una sobre dimensión de 4mm de diámetro de lo requerido.

3.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL .

3.2. 1 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.

En esta sección detallaremos el análisis de la estructural de la máquina que será la encargada de soportar todo el peso de cada uno de los componentes que la conforman para lo cual se realizara un análisis de la misma y la selección del respectivo material lo cual nos permitirá garantizar la funcionalidad del sistema y la seguridad de la misma.

3.2.2 PERFIL ESTRUCTURAL.

Cuando se requiere una cierta rigidez, o cuando las inversiones de carga pueden someter al miembro diseñado para tensión a ciertas compresiones, los cables

varillas y barras no cumplirán con las necesidades del caso; en tal situación deben emplearse perfiles estructurales sencillos o armados.

Para nuestro caso usaremos acero al carbono ASTM A36, que son los más comerciales y se los encuentran en diversos tamaños y medidas.

Fuente: <http://www.arqhys.com/construccion/estructurales-perfiles.html>

3.2.3 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE UN PROGRAMA CAD

Para este proceso hemos usado el software de diseño mecánico Inventor, y este es un paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa de software Autodesk.

A continuación tenemos las características mecánicas del perfil usado el cual es un tubo estructural cuadrado ASTM A36 de 1in x1in x 2mm

ASTM	Composición Química					Propiedades Mecánicas					
	%C	%Mn	%P	%S	%Si	Límite Elástico		Resistencia Tracción		% Alarga.	
	x 100	x 100	x 100	x 100	x 100						
A-36	mín.	-	80	-	-	15	23kg/mm ²	-	41kg/mm ²	400MPa	20
	máx.	26	120	5	4	40	25kg/mm ²	250MPa	56kg/mm ²	550MPa	21
A-572 GR 50	mín.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	máx.	23	135	5	4	40	35kg/mm ²	345MPa	46kg/mm ²	450MPa	21

Figura 37: Cuadro ASTM36

Fuente: Fuente especificada no válida.

Límite elástico $S_y = 250 \text{ MPa}$

Resistencia tracción $S_u = 400 \text{ MPa}$

Con estos datos y considerando las proporciones dimensionales que tendrá la estructura (largo 1400,80mm, ancho 500mm, alto 854mm) procederemos a realizar el análisis estático de esta estructura.

La estructura deberá ser capaz de soportar todas las cargas generadas por cada uno de los componentes que irán empotrados sobre ella. Y están representadas por las fuerzas que se muestran a continuación:

F1	150N	F4	150N
F2	150N	F5	150N
F3	150N	F6	150N

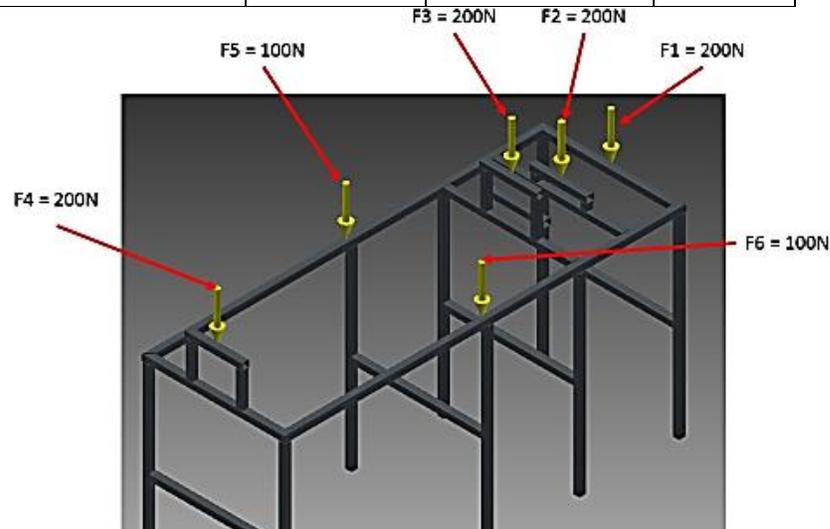


Figura 38: Distribución de las fuerzas en la estructura

3.2.3.1 DESPLAZAMIENTO:

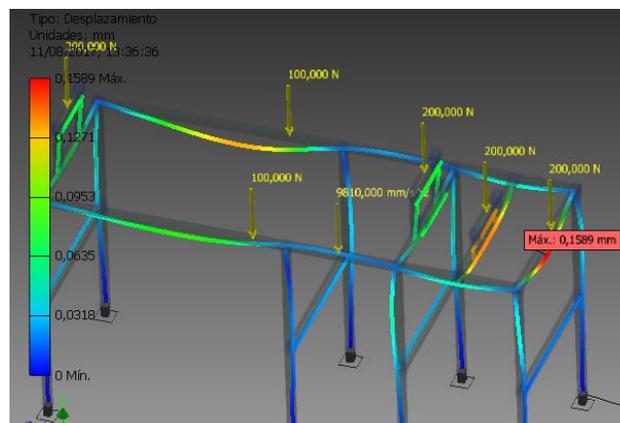


Figura 39:Desplazamiento

El desplazamiento máximo que se registra en la figura 38 producido por las cargas aplicadas es de 0,1589 mm que es un índice muy bajo lo que nos indica que la estructura soportara sin problema las cargas que actúan sobre ella.

3.2.3.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL DESPLAZAMIENTO

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componentes (Fx, Fy, Fz)	Magnitud	Componentes (Mx, My, Mz)
Restricción fija:8	184,594 N	-8,400 N	1313,049 N mm	948,164 N mm
		184,347 N		22,006 N mm
		4,518 N		908,073 N mm
Restricción fija:6	162,001 N	-6,724 N	1506,925 N mm	-1274,443 N mm
		161,778 N		-10,463 N mm
		-5,192 N		804,059 N mm
Restricción fija:4	115,484 N	0,276 N	1404,808 N mm	1404,457 N mm
		115,299 N		25,917 N mm
		6,518 N		-17,744 N mm
Restricción fija:2	133,840 N	-5,233 N	1432,911 N mm	-1316,347 N mm
		133,628 N		-6,498 N mm
		-5,396 N		566,057 N mm
Restricción fija:7	146,398 N	9,522 N	1374,847 N mm	852,883 N mm
		146,028 N		6,209 N mm
		4,181 N		-1078,311 N mm
Restricción fija:5	171,275 N	5,677 N	1419,928 N mm	-1300,150 N mm
		171,102 N		25,607 N mm
		-5,220 N		-570,219 N mm
Restricción fija:3	118,140 N	-0,506 N	988,292 N mm	983,745 N mm
		118,044 N		61,165 N mm
		4,740 N		72,294 N mm
Restricción fija:1	129,903 N	5,389 N	1221,694 N mm	-1057,509 N mm
		129,725 N		-33,202 N mm
		-4,150 N		-610,826 N mm

Figura 40:Resultado del análisis del desplazamiento

3.2.3.3 RESUMEN DE RESULTADOS ESTÁTICOS

Nombre		Mínimo	Máximo
Desplazamiento		0,000 mm	0,159 mm
Fuerzas	Fx	-318,853 N	318,853 N
	Fy	-121,883 N	108,224 N
	Fz	-318,872 N	318,853 N
Momentos	Mx	-9109,011 N mm	14834,599 N mm
	My	-8402,318 N mm	9124,647 N mm
	Mz	-1686,150 N mm	1573,221 N mm
Tensiones normales	Smax	-1,778 MPa	12,375 MPa
	Smin	-12,759 MPa	0,573 MPa
	Smax(Mx)	0,000 MPa	12,500 MPa
	Smin(Mx)	-12,500 MPa	-0,000 MPa
	Smax(My)	0,000 MPa	7,688 MPa
	Smin(My)	-7,688 MPa	-0,000 MPa
	Saxial	-1,836 MPa	1,836 MPa
Tensión de corte	Tx	-3,939 MPa	3,939 MPa
	Ty	-1,337 MPa	1,506 MPa
Tensiones de torsión	T	-0,874 MPa	0,937 MPa

Figura 41: Resumen de los resultados de la simulación estática.

Fuente: (AUTOR)

3.2.3.4 ESFUERZO DE VON MISES DE LA ESTRUCTURA.

Para determinar si se produce la fluencia del material se emplea la teoría de energía de distorsión o esfuerzo de Von Mises, la cual establece que la fluencia ocurre cuando el esfuerzo máximo de Von Mises es mayor que la resistencia a la fluencia, lo cual queda expresado en la siguiente ecuación.

Budynas R (2008)

$$\sigma \geq S_y$$

Ecuación 34: Esfuerzo de Von Mises

Donde:

σ : Esfuerzo de Von Mises [MPa]

S_y : Resistencia a la fluencia del material [MPa]

Este valor de von mises lo podemos apreciar en el resultado de la simulación que el programa nos mostró.

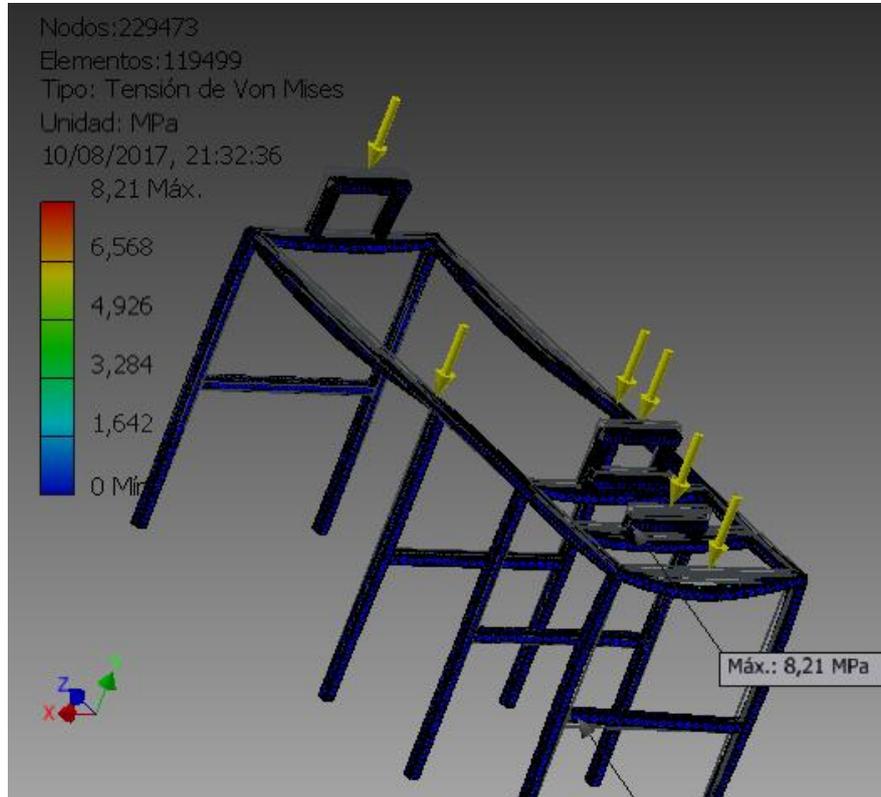


Figura 42: Tención de Von Mises

En la figura 41 indica que el esfuerzo máximo que se produce en la estructura es de 8,21 MPa, al comparar este resultado con el valor de la resistencia a la fluencia que tiene el material, se observa que el esfuerzo de trabajo de la estructura es menor que la resistencia a la fluencia del material, por lo que concluiremos que no existe fluencia en la estructura.

$$\sigma \geq S_y$$

$$8,21 \text{ MPa} \geq 250 \text{ MPa}$$

Esta relación nos proporciona la información de que la estructura presentara estabilidad ante la presencia de las cargas que actúan sobre ella.

3.2.3.5 RESUMEN DE RESULTADOS DE ESFUERZO DE VON MISES

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	2280430 mm ³	
Masa	16,305 kg	
Tensión de Von Mises	0,00013292 MPa	8,20998 MPa
Primera tensión principal	-2,14875 MPa	7,32238 MPa
Tercera tensión principal	-7,31905 MPa	2,29662 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,0626484 mm
Coefficiente de seguridad	14,4946 su	15 su
Tensión XX	-5,10443 MPa	6,44836 MPa
Tensión XY	-2,54767 MPa	2,49905 MPa
Tensión XZ	-4,38105 MPa	4,32524 MPa
Tensión YY	-6,19418 MPa	2,96286 MPa
Tensión YZ	-2,50612 MPa	3,07442 MPa
Tensión ZZ	-5,37344 MPa	3,61857 MPa
Desplazamiento X	-0,0188841 mm	0,019121 mm
Desplazamiento Y	-0,0621598 mm	0,0213166 mm
Desplazamiento Z	-0,028094 mm	0,00408549 mm
Deformación equivalente	0,0000000015261 su	0,0000793402 su
Primera deformación principal	-0,0000032885 su	0,0000789211 su
Tercera deformación principal	-0,0000793561 su	0,00000252531 su
Deformación XX	-0,0000519926 su	0,0000642363 su
Deformación XY	-0,0000367996 su	0,0000360974 su
Deformación XZ	-0,0000632818 su	0,0000624757 su
Deformación YY	-0,0000479738 su	0,0000283998 su
Deformación YZ	-0,0000361995 su	0,0000444083 su
Deformación ZZ	-0,0000605871 su	0,0000384271 su
Presión de contacto	0 MPa	38,778 MPa
Presión de contacto X	-26,4942 MPa	26,5057 MPa
Presión de contacto Y	-25,3381 MPa	15,8696 MPa
Presión de contacto Z	-13,0836 MPa	13,737 MPa

Figura 43: Resultados de la simulación de fuerza de Von Mises

Fuente: Inventor 2012.

3.2. 3.6 COEFICIENTE DE SEGURIDAD.

Se llama así a la relación entre la carga límite que puede soportar un elemento y la carga máxima admisible.

El coeficiente de seguridad nos permite resguardar los elementos proyectados de eventuales roturas, debidas a imprecisiones del cálculo de las sollicitaciones,

por la inevitable discrepancia existente entre las estructuras reales y las esquematizadas para facilitar los cálculos, así como por eventuales defectos de los materiales.

Generalmente se adoptan valores comprendidos entre 1,2 y 1,6.

Fuente: <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/coeficiente-de-seguridad-definicion-significado/gmx-niv15-con193600.htm>.

Para nuestro caso el coeficiente de seguridad comprende los valores de 14 y 15 ul esto garantiza la resistencia de la estructura.

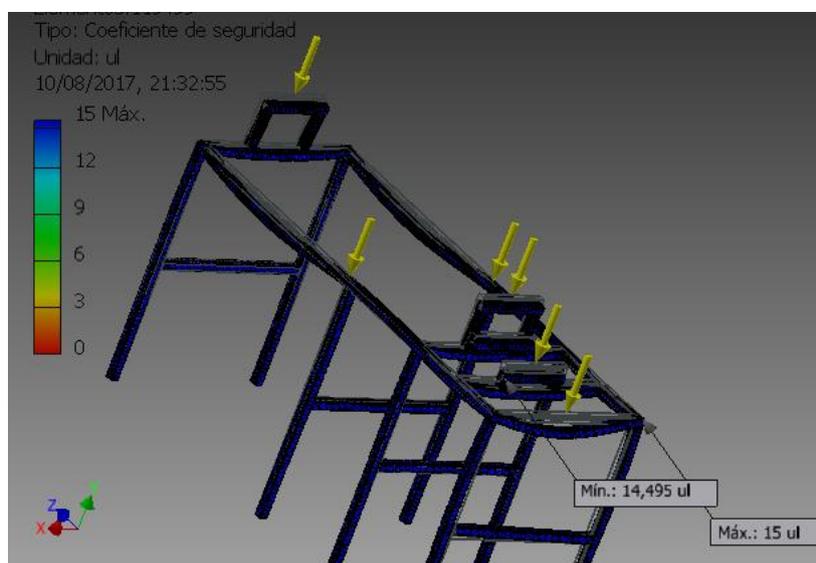


Figura 44: Coeficiente de seguridad

3.3 ELABORACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.

El sistema de control permitirá realizar el enrollado de las obleas para obtener el cono para el helado, también realizara el encendido y apagado del sistema.

3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

Una vez que todo el sistema este energizado a 220V presionamos los botones de encendido/ apagado de las máquinas para empezar con el funcionamiento de las etapas que componen el sistema para la obtención de conos para helados.

3.3.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Es el cual ofrece soluciones para distintas aplicaciones automatizando los procesos requeridos, para implementar un sistemas de control.

Se selecciono el PLC LOGO! 12/24 RCE SIEMENS el cual se encargara de control todo el proceso de la elaboracion de los de los conos para helados .

Ventaja por el cual se selecciono son las siguientes:

- Fácil instalación.
- Menor consumo de nergía.
- Utiliza poco espacio.
- Menor tiempo en la elaboración de proyectos
- Costo de instalación, mantenimiento, es bajo.
- Confiabilidad para efectuar los procesos necesarios.

3.3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL LOGO! 12/24RCE

Es una versión que dispone 8 entradas y 4 salidas, incorpora display,cuenta con cuatro teclas de función que pueden programarse como entradas en el programa, dispone una tecla ESC y otra ENTER(OK) que también pueden programarse y utilizar.



Figura 45:LOGO! 12/24RCE

Fuente: (SIEMENS, 2014) y (Siemens, LOGOOBA7-Folleto.pdf, 2011)

Características del LOGO! es el módulo lógico universal de Siemens que incorpora:

- Controles
- Panel de mando y display retroiluminado
- Fuente de alimentación 12/24 V DC
- Interfaz para módulos de ampliación
- Interfaz para una tarjeta micro SD
- Interfaz para un visualizador de textos (TDE) opcional
- Funciones estándar preconfiguradas, p. ej. retardo a la conexión, retardo a la desconexión, relé de impulsos e interruptor software
- Temporizadores
- Marcas digitales y analógicas
- Entradas y salidas en función del tipo de dispositivo

El LOGO! 0BA8 incluye adicionalmente los siguientes componentes:

- Interfaces para la comunicación Ethernet
- Borne FE (tierra funcional) para conectar la toma de tierra
- Un LED para señalar el estado de la comunicación Ethernet

3.3.3 FUENTE DE PODER LOGO! 24 VDC

Es una fuente de alimentación con control diseñado para equipos LOGO! Que tiene una salida de 24 VDC, con facilidad de instalación , la fuente es utilizada para suministrar la energía eléctrica al PLC LOGO Yy el módulo de expansión que se utilizaran en el sistema.

Datos técnicos	LOGO!Power 15 V		LOGO!Power 24 V			
	15 V/1,9 A	15 V/4 A	24 V/0,6 A	24 V/1,3 A	24 V/2,5 A	24 V/4 A
Referencia ¹⁾	6EP3321-6SB10-0AY0	6EP3322-6SB10-0AY0	6EP3330-6SB00-0AY0	6EP3331-6SB00-0AY0	6EP3332-6SB00-0AY0	6EP3333-6SB00-0AY0
Tensión de entrada, valor nominal	100 – 240 V AC		100 – 240 V AC			
– Rango	85 ... 264 V AC/110 ... 300 V DC		85 ... 264 V AC/110 ... 300 V DC			
Puenteo de cortes de red	> 40 ms (con 187 V)		> 40 ms (con 187 V)			
Frecuencia de red, valor nominal	50/60 Hz		50/60 Hz			
Intensidad de entrada, valor nom.	0,63–0,33 A	1,24–0,68 A	0,3–0,2 A	0,70–0,35 A	1,22–0,66 A	1,95–0,97 A
– intensidad al conectar (25 °C)	< 25 A	< 55 A	< 20 A	< 25 A	< 52 A	< 31 A
– Int. magnetotérmico recomendado	a partir de 6 A, curva B; a partir de 2 A, curva C	a partir de 10 A, curva B; a partir de 6 A, curva C	a partir de 6 A, curva B; a partir de 2 A, curva C		a partir de 10 A, curva B; a partir de 6 A, curva C	
Tensión de salida, valor nominal	15 V DC		24 V DC			
– Tolerancia	± 3 %		± 3 %			
– Rango de ajuste	10,5 ... 16,1 V DC		ninguno	22,2 ... 26,4 V DC		
Intensidad de salida, valor nominal	1,9 A	4,0 A	0,6 A	1,3 A	2,5 A	4,0 A
Rendimiento a valores nom., aprox.	83%	88%	81%	86%	90%	89%
Pérdidas en vacío aprox.	< 0,3 W	< 0,3 W	< 0,3 W	< 0,3 W	< 0,3 W	< 0,3 W
Conexión en paralelo	sí, 2 unidades		sí, 2 unidades			
Protec. electr. contra cortocircuito	sí, pasando a intensidad constante		sí, pasando a intensidad constante			
Grado de desparasitaje (EN 55022)	Clase B		Clase B			
Limitación de armónicos en red (EN 61000-3-2)	no aplicable		no aplicable			sí
Grado de protección (EN 60529)	IP20		IP20			
Temperatura ambiente	-25 ... +70 °C		-25 ... +70 °C			
Dimensiones (An x Al x P) en mm	36 x 90 x 53	54 x 90 x 53	18 x 90 x 53	36 x 90 x 53	54 x 90 x 53	72 x 90 x 53
Peso aprox.	0,12 kg	0,2 kg	0,07 kg	0,12 kg	0,2 kg	0,29 kg
Homologaciones	CE, CB Scheme, cULus, cURus, NEC Class 2, ATEX, IECEx, Class 1 Div 2, FM, DNV GL, BV, LRS, ABS, EAC		CE, CB Scheme, cULus, cURus, NEC Class 2, ATEX, IECEx, Class 1 Div 2, FM, DNV GL, BV, LRS, ABS, SEMI F47, EAC			CE, CB Scheme, cULus, cURus, ATEX, IECEx, Class 1 Div 2, FM, DNV GL, BV, LRS, ABS, SEMI F47, EAC

Figura 46: Características de la fuente de poder LOGO!

Fuente: (Siemens, Pequeña. inteligente LOGO! Power, 2017)

3.3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA LOGO

En el Anexo K se detalla el programa realizado de entradas y salidas utilizadas, encendido y apagado del sistema.

3.3.5 ELABORACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

Es donde se coloca de forma ordena otos los componentes electrónicos del sistema de tal manera que faciite el control de los componentes.

3.3.5.1 DISPOSITIVOS EXTERNOS DEL TABLERO DE CONTROL

Una vez realizado todas las perforaciones necesarias, se procede a colocar todos los componentes externos como son los botones encendido ON, apagado OFF, buzzer, Stop con sus devida identificaciones



Figura 47: Ubicacion de los dispositivos externos del tablero de control

3.3.4.2 UBICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS INTERNOS

Se procede a ubicar las rieles para ubicar los dispositivos, también se procede a ubicar las canaletas que cubrirán y distribuirán el cableado interno.



Figura 48: Ubicación de rieles, dispositivos internos y canaletas

3.3.4.3 CABLEADO INTERNO

En el cableado se utilizara cable flexible No. 18 para la señales de control y alimentación para 24 VDC. Para alimentación de 220VAC se utilizara calbel flexible No.12 y demás herramienta que e muestran a continuación.



Figura 49: Cableado interno

3.3.6.FLUJO GRAMA DEL PROCESO DE ENROLLADO

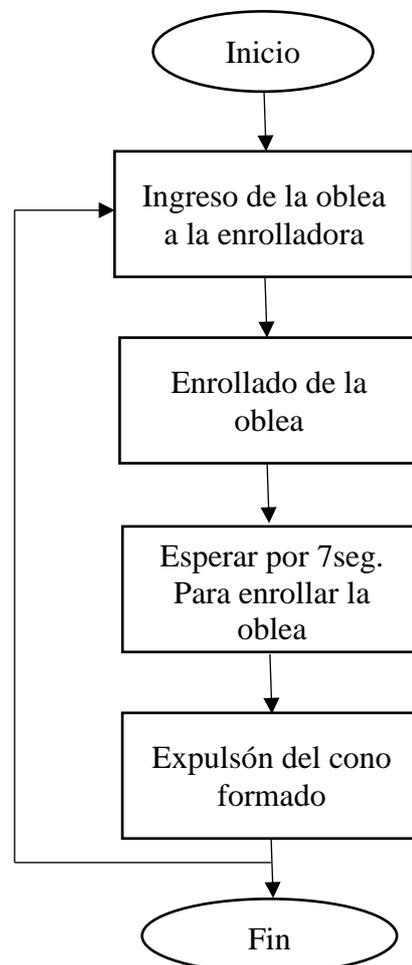


Figura 50: Flujograma del sistema de control para el enrollado

3.3.7 PROCESO DE LA OBTENCIÓN DE CONOS PARA HELADOS

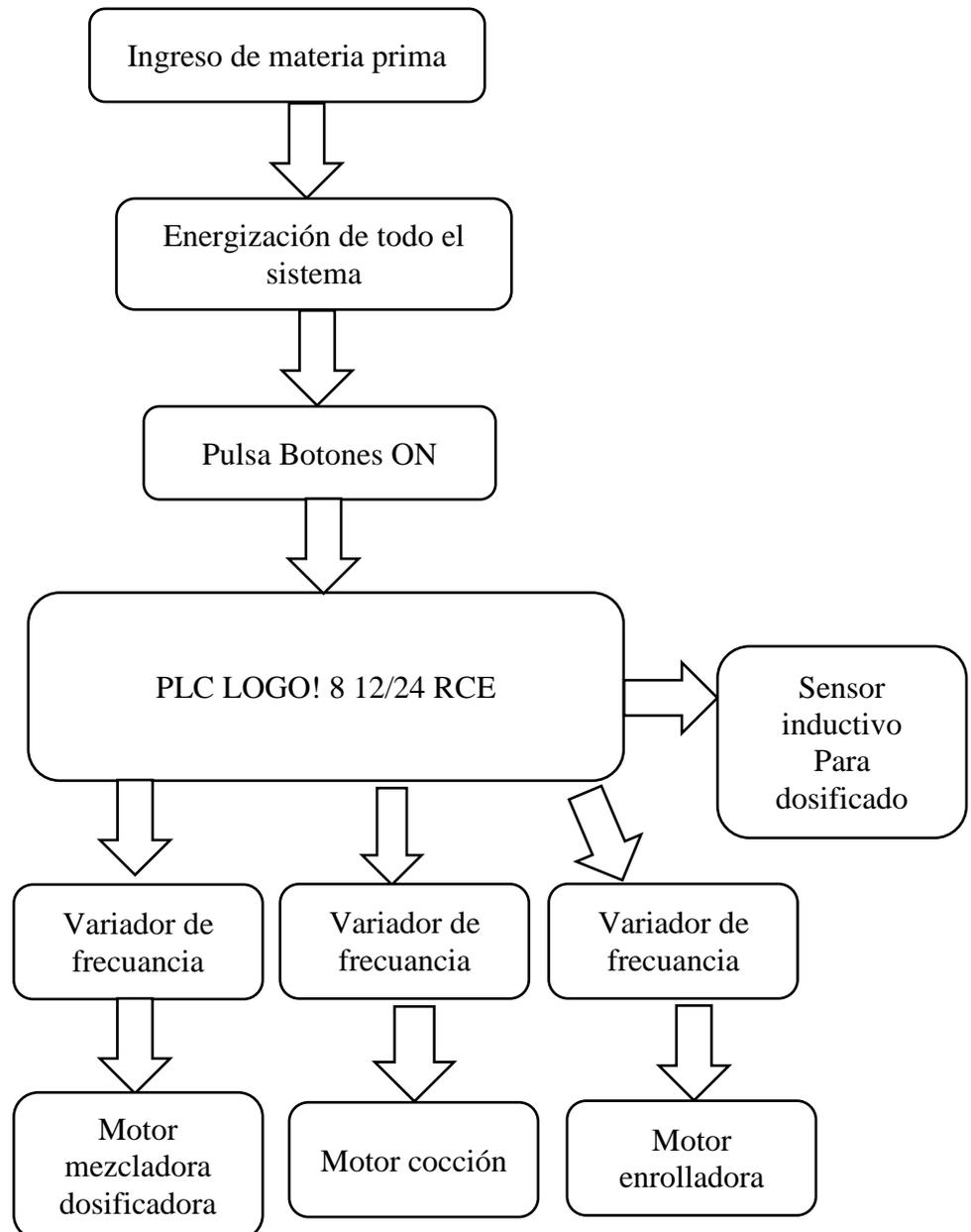


Figura 51: Flujograma de la elaboración de conos para helados

Fuente: (AUTOR)

CAPÍTULO IV. PRUEBA Y ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECYO

4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Una vez instalado el sistema se comprobó el funcionamiento de los componentes de la máquina como son:

4.1.1 PRUEBAS CILINDROS NEUMÁTICOS

Se ensablo los cilindros neumáticos en las palcas porta cilindros, se procedió a inyectar aire. Y verificar que exista un normal desempeño en las dos posiciones que tiene los cilindros ya son cilindros de doble efecto. Que son vástago retraído y vástago desplegado.

Los mecanismos que permiten desplegar y retraer el vástago del cilindro lo realiza una valvula5/3 vías. La cual posee accionamiento mecánico (final de carrera)

4.1.2 PRUEBAS TRANSMISIÓN

Se verifico que los centros entre ejes sean adecuados para asegurar que el ángulo de trabajo sea el correcto ubicándose dentro de los rangos permitidos.

Se alinee correctamente los ejes con la finalidad de prevenir posibles desgastes tanto de lavanda como de las poleas.

Se verifico la alineación adecuada del mecanismo de la rueda de malta y la cruz malta, pues la inadecuada alineación produce inestabilidad y vibraciones inadecuadas al momento de realizar el trabajo que tiende a destruirse los mecanismos.

4.1.3 PRUEBAS DE REGULACIÓN DE VELOCIDAD

Primero se ingresó los parámetros del motor los cuales bien especificados en la placa de característica del motor, estas pruebas se las realizó sin carga primera mente

Una vez que se comprobó que el motor trabaja sin ningún inconveniente que proscenio a instalar en el sistema mecánico ya ensamblado para ver su funcionamiento.

4.1.4 PRUEBAS DE ENROLLADO

Una vez montada todos componentes de la máquina se procedió a realizar el enrollamiento de las obleas.

Para lo cual se procedió a introducir las obleas para verificar si el enrollado es el adecuado o se tendría que regular la distancia de enfrentamiento del enrollador con el molde.



Figura 52: Pruebas de funcionamiento

4.2 ANÁLISIS DEL COSTO DEL PROYECTO

Es muy importante realizar un análisis de costos que van a intervenir en el proyecto, donde se podrá diferenciar los costos del sistema manuales y automáticos tendrán sus beneficios a corto, mediano o largo plazo.

4.2.1 COSTOS DIRECTOS

Son todos los materiales que directamente intervienen en el proceso de fabricación.

DETALLE	Val.U. (USD)	Cantidad	Val.Total (USD)
PLC SIEMENS S7-1200 CPU 1214C	509,4432	1	509,4432
MODULO SALIDAS DIGITALES SM1222	143,0016	2	286,0032
FUENTE DE PODER LOGO	83,26	1	83,26
CAJA O TABLERO ELÉCTRICO 80x60	35	1	35
COMPRESOR 1Hp	120	1	120
RIEL STANDARD 1M X 35MM	3,5	2	7
PULSADOR CON LUZ PILOTO 22MM 24V	3	6	18
TERMINAL PIN ROJO FUNDA	11	1	11
AGARRADERA PIE FUNDA	6	1	6
VÁLVULAS NEUMÁTICAS	8	4	32
CILINDROS NEUMATICOS DOBLE EFECTO	125	4	500
MANGUERA PARA AIRE (10M DE 6MM)	1,2	10	12
MANGUERA PARA AIRE (8M DE 8MM)	1,4	8	11,2
TORNILLO TACO FHISER	0,08	4	0,32
TACOS FISHER #10	0,05	4	0,2
BROCA CONCRETO	0,18	2	0,36
PERNOS INOXICIDABLE	0,2	50	10
LAMINA DE ACERO INOXIDABLE 304	250	1	250
EJE DE ACERO INOX DE 1in	34	1	34
NYLON(150X12mm)PAR LA CURZ DE MALTA	40	1	40
TUBOS CUADRADOS DE HIERRO GRIS(1in)	30	2	60
EJES ACERO INOX 18mm	15	2	30
MOTOR 1HP	280	1	280
MOTOR 1/4HP	120	1	120
VARIDOR DE VELOCIDAD	180	1	180
POLEAS 35mm	12	2	24
POLEAS DE 64mm	8	2	16
BANDAS TIPO V A63	13	1	13
BANDAS TIPO V A65	13	1	13
NYLON(250X55mm)PAR LOS MOLDEADORES	15	4	60
CABLE SUCRE(12X4)	2,5	10	25
ESTRUCTURA SOLDADO Y MAQUINADO	1000	1	1000
CHUMACERAS	6	6	36
RODAMIENTOS	2,5	8	20
BANDA TIPI V A81	16	1	16
POLEAS DE 100mm	10	4	40
		TOTAL	3898,79

Tabla 4: Costos directos de Fabricación

4.2.2 COSTOS INDIRECTOS

Son los que no pueden estar dentro de la producción pero contribuye un costo.

Detalle	Valor unitario	Cantidad	Valor total
Impresiones	0,05	500	25
Internet	0,6	100	60
Materiales de oficina	10	1	10
Gastos varios	200	1	200
Total			\$295

Tabla 5: Costo Indirectos

4.2.3 COSTOS TOTAL

Es la sumatoria de los costos directos e indirectos

Detalle	Valor total
Costos directos de fabricación	\$3898,79
Costo indirectos de fabricación	\$295
Total	\$4193,79

Tabla 6: Costo total

4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Es el que nos permite determinar la fiabilidad del proyecto mediante la valorización de los costos que están interviniendo dentro del proceso.

4.3.1 ANÁLISIS SISTEMA MANUAL

En la producción manual que se cuenta con una jornada de 8 horas para obtener 20000 conos aproximadamente al mes.

Pero se tiene un 10% de pérdida de producto entonces tendremos

18000 conos al mes

COSTO DE PRODUCCIÓN MANO DE OBRA			
DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Trabajadores	2	370	740
Total			\$740

Tabla 7: Costo mano de obra

COSTO DE PRODUCCIÓN DIRECTO	
DETALLE	COSTO TOTAL
Materia prima al mes	\$450
Materiales directos al mes	\$50
Total	\$500

Tabla 8: Costo de producción directo

COSTOS DE PRODUCCIÓN INDIRECTO

DETALLE	COSTO TOTAL
MATERIA PRIMA INDIRECTA AL MES	\$50
MATERIALES INDIRECTOS AL MES	\$50
Total	\$100

Tabla 9: Costo de producción indirecto

Dándome como resultado de costo de producción en el sistema manual

DETALLE	COSTO TOTAL
Mano de obra	\$740
Costo de producción directa	\$500
Costo de producción indirecta	\$100
Total Egresos	\$1340

Tabla 10: Costo total de producción manual

Detalle	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Conos al mes	18000	0,10ctv	1800
Total			1800

Tabla 11: Costo total de ingreso de producción

Detalle	Costo total
Costo total ingreso	\$1800
Costo de produccion	\$1340
Ganancia o Utilidad	\$460

Tabla 12: Ganancia o utilidad

4.3.2 ANÁLISIS SISTEMA AUTOMÁTICO

La máquina produce 1 cono en 7seg, entonces en producirá aproximadamente 540 conos en una hora.

Si la maquina trabajara la 8 horas tendremos 4320 conos

Al mes se tendrá una producción de 86400 conos aproximadamente

A la cantidad producida se le resta un 10% por mala formación, trizamiento

Donde la producción neta se tendrá que es de 77760 conos al mes

Producción de conos al mes 77760 conos

COSTO DE PRODUCCIÓN MANO DE OBRA			
DETALLE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Trabajadores	2	370	\$740
Total			\$740

Tabla 13: Costo de mano de obra sistema auto mático

DETALLE	COSTO TOTAL
MATERIA PRIMA AL MES	\$1000
MATERIALES DIRECTOS AL MES	\$50
Total	\$1500

Tabla 14: Costo de producción directa sistema automático

DETALLE	COSTO TOTAL
MATERIA PRIMA INDIRECTA AL MES	\$150
MATERIALES INDIRECTOS AL MES	\$50
Total	\$200

Tabla 15: Costos de productos indirectos sistema automático

Dándome como resultado de costo de producción en el sistema automático.

COSTO DE PRODUCCIÓN SISTEMA AUTOMÁTICO

DETALLE	COSTO TOTAL
Mano de obra	\$740
Costo de producción directa	\$1500
Costo de producción indirecta	\$200
Total	\$2440

Tabla 16: Costo de producción sistema automático

Ingresos de producción

Detalle	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Conos al mes	77760	0,8	\$6220,8
Total			\$6220,8

Tabla 17: Consto de ingreso de producción sistema automático

Detalle	Valor total
Costos total de ingreso	\$6220,8
Costo de produccion	\$2440
Utilidad	\$3780,8

Tabla 18: Ganancia o utilidad del sistema automático

La ganancia obtenida al mes es de \$3780,80 (tres mil setecientos ochenta con ochenta centavos)

4.4 PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL PROYECTO

Se determina el tiempo que se tardará en recuperar la inversión del proyecto.

4.4.1 SISTEMA MANUAL

Se tiene un gasto de produccion de \$1340, donde también se tiene un índice de pérdida de 10% esto quiere decir que si se produce 20000 conos al mes tendremos 18000 conos

Entonces tendremos

Total de ingreso conos = 20000

Perdida de producto 10% = 2000

Total de conos producido al mes= total de ingreso – perdida de producción

Total de conos producidos= 20000-2000

Total de conos producidos = 18000

Entonces cada cono cuesta 0,10ctv.

Cantidad de conos= 18000

Costo cono= 0,10ctv

Total venta= \$1800

Total gasto= \$1340

Ganancia o utilidad = total ventas – total gastos

Ganancia = 1800-1340

GANANCIA = 460

4.4.2 SISTEMA AUTOMÁTICO

La máquina produce 1 cono en 7seg, entonces en producirá aproximadamente

86400 conos al mes

Entonces tendremos

Total de ingreso conos = 86400

Perdida de producto 10% = 8640

Total de conos producido al mes= total de ingreso – perdida de producción

Total de conos producidos= 86400-8640

Total de conos producidos = 77760

.Costo cono= 0,08ctv

Total venta= \$6220,8

Total gasto= \$ 2440

Ganancia o utilidad = total ventas – total gastos

Ganancia = 6220,80- 2440

GANANCIA = \$3780,8

Detalle	Valor total USD
Sistema manual	\$ 460
Sistema automático	\$3780,8
Diferencia	\$ 3320.8

Tabla 19: Diferencia entre los sistemas

Al realizar el análisis de los dos sistemas se tiene una diferencia de \$3320.8 dólares que viene a ser un ingreso favorable.

Podemos decir que factible implementar el sistema automático se obtiene una ganancia favorable para los productores, dedicados a la fabricación de los conos para helado. A su vez disminuye el riesgo de tener alguna enfermedad, se recuperara la inversión realizada en un periodo de tiempo muy corto.

1mes se tiene una ganancia de \$3320.0 y la inversión es de \$4193.79

Entonces el tiempo que se recupera la inversión será:

$$X = \frac{4193.79}{3320} = 1,26$$

El tiempo en recuperar la inversión realizada para la máquina enrolladora de obleas para conos de helados es de dos meses

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ❖ La implementación de esta máquina consiguió reducir los problemas de contaminación existentes en los procesos manuales, además se pudo alcanzar una optimización en el tiempo de trabajo, satisfaciendo las necesidades del consumidor.
- ❖ Cada una de las piezas mecánicas fueron analizadas y diseñadas cumpliendo con los requerimientos necesarios para realizar un enrollado correcto de la oblea, alcanzando así un producto de mayor calidad e higiene.
- ❖ Cada una de los materiales utilizados en la fabricación de la máquina han sido seleccionada para satisfacer y garantizar un producto saludable.
- ❖ Se seleccionó un sistema de transmisión de bajo costo, fácil mantenimiento y ampliamente comercial, permitiéndonos así una adecuada motricidad en nuestro sistema enrollador.
- ❖ En la creación de esta máquina se llevó a cabo la instalación de elementos electromecánicos y neumáticos que nos permitieron el funcionamiento de la máquina.

5.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda a las pequeñas empresas automatizar sus procesos productivos, ya que esto garantiza un producto de mejor características, se obtenga en un menor tiempo y se reduzca el costo de mano de obra, con lo cual se puede recuperar fácilmente la inversión inicial.

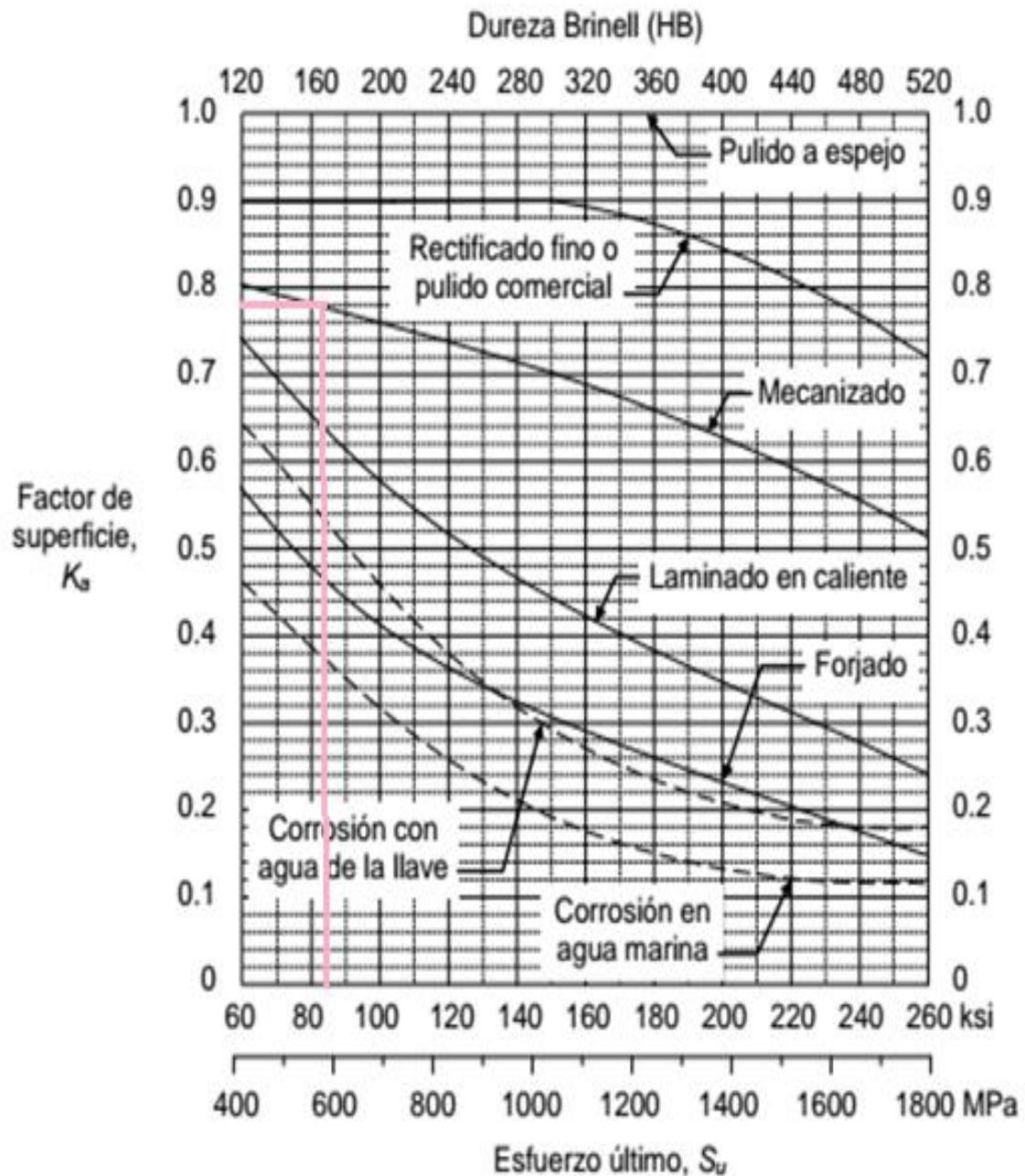
- ❖ Se aconseja que el personal destinado a la manipulación de la máquina y de los componentes eléctricos, tengan conocimiento del uso y usen el equipo adecuado para no ocasionar daños en los equipos, o que el trabajador sufra lesiones dentro de sus labores.

- ❖ Para tener una larga vida útil de los equipos se recomienda realizar periódicamente mantenimientos preventivos, chequeos visuales diarios y fundamentalmente la limpieza en las instalaciones donde se ubica la maquinaria y los dispositivos de control.

Bibliografía

- AUTOR. (s.f.).
- Bolton. (2010). *Mecatronica sistemas de control electrónico*. Barcelona: Alfaomega.
- Company, S. S. (2016). *Placa de Acero Inoxidable*. Obtenido de Aleación 304H: <https://www.sandmeyersteel.com/spanish/304h.html>
- Faires, V. M. (s.f.). *Diseño de elementos de máquina*. Barcelona: Mantaner y Simon S.A.
- MAQUICONOS. (2011). *Maquinas para hacer conos,obleas*. Obtenido de MAQUICONOS: <http://maquinasconoscarlosllanos.blogspot.com/2011/08/maquinas-para-hacer-conos.html>
- METALOGRAFÍA – UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. (26 de julio de 2012). *METALOGRAFÍA – UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA*. Obtenido de ACEROS INOXIDABLES: <http://blog.utp.edu.co/metalografia/7-aceros-inoxidables/>
- Mott, R. L. (1995). *Diseño de elementos de máquinas*. México: HispanoAmericano S.A.
- Nisbett, R. G. (2012). *Diseño en ingeniería mecánica de shigley*. C.P. 01376, México, D.F.: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Norton, R. L. (s.f.). *Diseño de maquinaria*.
- S.A. (s.f.). *Cuestionario de cuerpo Rígido*. Obtenido de Cuestionario de cuerpo Rígido: <http://www.geocities.ws/jawlaw/Cuestionarios/CuerpoRigido.htm>
- S.A., I. (Copyright 2013). TRANSMICION DE POTENCIA. *POLEAS EN "V"*, 112.
- Siemens. (2009). *simatic s7 . Siemens s7 controlador programable s7-1200 manual de usuario*.
- Siemens. (Noviembre de 2011). *LOGOBA7-Folleto.pdf*. Obtenido de [siemens.com/logo: https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/LOGOBA7-Folleto.pdf](https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/LOGOBA7-Folleto.pdf)
- Siemens. (2013). *Convertidor Sinamics V20. Instrucciones de servicio*.
- SIEMENS. (2014). *LOGO! TECHNICAL DATA. LOGO! TECHNICAL DATA*.
- Siemens. (2014). *Productos eléctricos Industriales. Lista de precios Ecuador*.
- Siemens. (2016). *Siemens data sheet 3RV2011-1FA10. Siemens data sheet 3RV2011-1FA10*.
- Siemens. (2017). *Pequeña. inteligente LOGO! Power. Pequeña. inteligente LOGO! Power*.
- TEXTOS CEINTIFICOS.COM. (29 de 08 de 2005). *PROPIEDADES DEL NYLON*. Obtenido de PROPIEDADES DEL NYLON: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/nylon/propiedades>
- yanis tecnologia amimentaria. (2013). *barquilleras*. Obtenido de tecnologia alimentaria: <http://www.yanis.com.ar/cucuruchos%20y%20cubanitos.html>

ANEXOS

ANEXO A: DATO PARA ENCONTRAR EL VALOR DE K_a 

Factores de superficie para el acero. Fuente: Juvinal . Pueden aplicarse a otros metales dúctiles, pero como valores aproximados

ANEXO B: PROPIEDADES DEL MATERIAL ACERO INOXIDABLE

Tabla A-22

Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales* Fuente: J. Datsko, "Solid Materials," capítulo 32, en Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke y Thomas H. Brown, Jr. (editores en jefe). *Standard Handbook of Machine Design*, 3a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 2004, pp. 32.49-32.52.

Número	Material	Condición	Resistencia (a la tensión)					Resistencia a la deformación, exponente m	Resistencia a la fractura ϵ_f
			Fluencia S_y MPa (kpsi)	Última S_u MPa (kpsi)	A la fractura, σ_f MPa (kpsi)	Coefficiente σ_0 MPa (kpsi)			
1018	Acero	Recocido	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1) [†]	620 (90.0)	0.25	1.05	
1144	Acero	Recocido	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130) [†]	992 (144)	0.14	0.49	
1212	Acero	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106) [†]	758 (110)	0.24	0.85	
1045	Acero	TyR 600°F	1520 (220)	1580 (230)	2380 (345)	1880 (273) [†]	0.041	0.81	
4142	Acero	TyR 600°F	1720 (250)	1930 (210)	2340 (340)	1760 (255) [†]	0.048	0.43	
303	Acero inoxidable	Recocido	241 (35.0)	601 (87.3)	1520 (221) [†]	1410 (205)	0.51	1.16	
304	Acero inoxidable	Recocido	276 (40.0)	568 (82.4)	1600 (233)[†]	1270 (185)	0.45	1.67	
2011	Aleación de aluminio	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2) [†]	620 (90)	0.28	0.10	
2024	Aleación de aluminio	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3) [†]	689 (100)	0.15	0.18	
7075	Aluminum aluminio	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102) [†]	882 (128)	0.13	0.18	

* Los valores se tomaron de una o dos coladas y se considera que pueden obtenerse usando especificaciones de compra. La deformación por fractura puede variar hasta en 100%.

[†] Valor derivado.

(Nisbett, 2012)

ANEXO C: CARACTERÍSTICAS PLANCHA DE ACERO

INOXIDABLE AISI 304



PLANCHAS INOXIDABLES

Especificaciones Generales

Norma	304, 316, 408
Espesores	Desde 0,40mm hasta 15,00mm
Rolls	3, 1220mm
Planchar	4 x 8 pies
	largos y calidades especiales bajo pedido

Tipo de estructura	Tipo de Corrosión	Descripción de acuerdo a JIS*	Descripción de acuerdo a AISI**	Descripción de acuerdo a DIN***	COMPOSICIÓN QUÍMICA %					
					C	S max	Mn	P max	S max	N
Acabado	17 Cr-8Ni-7Mo	SUS 201	201		0,15 max	1,00	5,50 - 7,50	0,06	0,030	3,50 - 5,5
	18 Cr-8Ni-10Mo	SUS 202	202		0,15 max	1,00	7,50 - 10,00	0,06	0,030	4,00 - 6,00
	17Cr-7Ni	SUS 301	301	4310	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 - 8,00
	18Cr-8Ni-8highC	SUS 302	302	4300	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 - 10,00
	18Cr-8Ni	SUS 304	304	4301	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 - 10,50
	18Cr-8Ni-extra-low-C	SUS 304 L	304L	4308	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 - 13,00
	18Cr-12Ni	SUS 303	303	3305	0,12 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,50 - 13,00
	23Cr-12Ni	SUS 309 S	309 S	4345	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 - 15,00
	25Cr-20Ni	SUS 310 S	310 S		0,08 max	1,50	2,00 - max	0,04	0,030	19,00 - 22,00
	18Cr-12Ni-2,5Mo	SUS 316	316	4401	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 - 14,00
	18Cr-12Ni-2,5Mo-extra-low-C	SUS 316 L	316 L	4304	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 - 15,00
	18Cr-12Ni-2Mo-3Cu	SUS 316 J1		4505	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 - 14,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo	SUS 317	317	4402	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	18,00 - 19,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo-extra-low-C	SUS 317 L	317 L		0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	18,00 - 19,00
	18Cr-8Ni-Ti	SUS 321	321	4541	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 - 13,00
	18Cr-8Ni-Mb	SUS 347	347	4550	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 - 13,00
Fuerza	15Cr-NA	SUS 405	405	4002	0,08 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	15Cr	SUS 409	409	4009	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr	SUS 430	430	4016	0,12 max	0,75	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	18Cr-Mo	SUS 434	434	4113	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Martenesita	13Cr-low Si	SUS 403	403	4024	0,15 max	0,50	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr	SUS 410	410	4000	0,15 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr-high C	SUS 420 J0	420	4021	0,25 - 0,60	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr-high C	SUS 440 A	440 A		0,50 - 0,75	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Endurecido por precipitación	17Cr-7Ni-14Ni	SUS 631	631		0,09 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	6,50 - 7,75

JIS* Japanese Industrial Standards
 AISI** American Iron and Steel Institute
 DIN*** Deutsche Industrie Normen

ANEXO D: VARILLAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 304



EJES ACERO INOXIDABLE

Especificaciones Generales

Material	AISI 304
Dureza HB	249-278
Módulo de elasticidad	225 N/mm ²
Aplicaciones	INDUSTRIAS ALIMENTICIAS: CERVECERÍA, AZÚCARERÍA, ALIMENTICIA, UTENSILIOS DOMESTICOS INDUSTRIA DEL CUERO FARMACEUTICA, DENTAL, ETC...



DIMENSIONES

DIAMETRO	LONGITUD
3/16"	6m.
1/4"	6m.
5/16"	6m.
3/8"	6m.
1/2"	6m.
5/8"	6m.
3/4"	6m.
1"	6m.
1-1/4"	6m.
1-1/2"	6m.
2"	6m.
2-1/2"	6m.
3"	6m.
3-1/2"	6m.
4"	6m.
5"	6m.
6"	6m.

PROPIEDADES QUÍMICAS

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10,5	18 - 20



ANEXO E: TUBO CUADRADO DE ACERO INOXIDABLE AISI 304



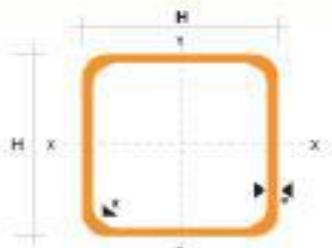
TUBO CUADRADO EN ACERO INOXIDABLE

Especificaciones Generales

- Norma:** AISI 304
- Largo Normal:** 6.00m
- Otros largos:** Previa consulta
- Dimensiones:** Desde 1/2" hasta 2"
- Espesor:** Desde 0.60mm hasta 2.00mm



Pulgadas	DIMENSIONES			PESO			
	H	a	P	AREA	Ejes X-X' E Y-Y'		
	mm	mm	Kg/m	A	I	W	r
1/2	12	0.60	1.32	0.27	0.06	0.10	0.47
		0.75	1.86	0.32	0.07	0.12	0.47
		0.95	2.26	0.40	0.08	0.15	0.45
5/8	16	0.60	1.74	0.35	0.12	0.16	0.69
		0.75	2.16	0.41	0.14	0.19	0.65
		0.95	2.70	0.51	0.16	0.21	0.55
3/4	20	0.80	2.22	0.47	0.29	0.29	0.79
		0.75	2.88	0.56	0.34	0.34	0.76
		0.95	3.60	0.70	0.41	0.41	0.77
		1.10	4.20	0.80	0.47	0.47	0.77
		1.50	5.64	1.05	0.58	0.58	0.74
1	25	0.75	3.60	0.71	0.69	0.55	0.99
		0.95	4.50	0.89	0.84	0.67	0.97
		1.10	5.22	1.02	0.95	0.76	0.97
1 1/4	30	1.50	7.08	1.35	1.21	0.97	0.95
		0.95	5.40	1.06	1.50	1.00	1.16
		1.10	6.24	1.24	1.70	1.13	1.17
1 1/2	40	1.50	8.46	1.65	2.19	1.47	1.15
		0.95	7.20	1.46	3.60	1.64	1.59
		1.10	8.34	1.68	4.20	2.10	1.68
2	50	1.50	11.38	2.25	6.48	2.74	1.65
		1.50	14.04	2.65	11.05	4.42	1.97



MOMENCLATURA	
A_n	Area de la sección transversal del tubo, cm ²
I	Momento de inercia de la sección, cm ⁴
W	Módulo resistente de la sección, cm ³
r	Radio de giro de la sección, cm

ANEXO F: TUBO VALORES NORMALIZADOS CABLES A.W.G

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)	Número espiras por cm.	Kg. por Km.	Resistencia (Ohm/Km.)	Capacidad (A)
0000	11,86	107,2			0,158	319
000	10,40	85,3			0,197	240
00	9,226	67,43			0,252	190
0	8,252	53,48			0,317	150
1	7,348	42,41		375	1,40	120
2	6,544	33,63		295	1,50	96
3	5,827	26,67		237	1,63	78
4	5,189	21,15		188	0,80	60
5	4,621	16,77		149	1,01	48
6	4,115	13,30		118	1,27	38
7	3,665	10,55		94	1,70	30
8	3,264	8,36		74	2,03	24
9	2,906	6,63		58,9	2,56	19
10	2,588	5,26		46,8	3,23	15
11	2,305	4,17		32,1	4,07	12
12	2,053	3,31		29,4	5,13	9,5
13	1,828	2,63		23,3	6,49	7,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	6,0
15	1,450	1,65	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6
21	0,7230	0,41	12,8	3,64	41,46	1,2
22	0,6438	0,33	14,4	2,89	51,5	0,92
23	0,5733	0,26	16,0	2,29	66,4	0,73
24	0,5106	0,20	18,0	1,82	85,0	0,58
25	0,4547	0,16	20,0	1,44	106,2	0,46
26	0,4049	0,13	22,8	1,14	130,7	0,37
27	0,3606	0,10	25,6	0,91	170,0	0,29
28	0,3211	0,08	28,4	0,72	212,5	0,23
29	0,2859	0,064	32,4	0,57	265,6	0,18
30	0,2546	0,051	35,6	0,45	333,3	0,15
31	0,2268	0,040	39,8	0,36	425,0	0,11
32	0,2019	0,032	44,5	0,28	531,2	0,09
33	0,1798	0,0254	56,0	0,23	669,3	0,072
34	0,1601	0,0201	56,0	0,18	845,8	0,057
35	0,1426	0,0159	62,3	0,14	1069,0	0,045
36	0,1270	0,0127	69,0	0,10	1338,0	0,036
37	0,1131	0,0100	78,0	0,089	1700,0	0,028
38	0,1007	0,0079	82,3	0,070	2152,0	0,022
39	0,0897	0,0063	97,5	0,056	2696,0	0,017
40	0,0799	0,0050	111,0	0,044	3400,0	0,014
41	0,0711	0,0040	126,8	0,035	4250,0	0,011
42	0,0633	0,0032	138,9	0,028	5312,0	0,009
43	0,0564	0,0025	156,4	0,022	6800,0	0,007
44	0,0503	0,0020	169,7	0,018	8500,0	0,005

ANEXO G: PROPIEDADES DEL NYLAMID NSM



El Nylamid® NSM es un Nylon de color gris, contiene lubricantes sólidos en forma de aditivos que proporcionan a este material excelentes propiedades de fricción, autolubricación, resistencia al desgaste y un límite del factor Presión - Velocidad excepcional (hasta 5 veces superior al de otros nylons vacuados)

Es un material especialmente recomendado para aplicaciones sin lubricación con altas velocidades de deslizamiento.

Aplicaciones Típicas:

- Cojinetes
- Aislantes eléctricos
- Moldes
- Poleas
- Catarinas
- Guías de desgaste
- Piezas de impacto
- Prototipos
- Engranajes
- Ruedas
- Rodillos
- Sellos para válvulas
- Raspadores
- Tolvas
- Aislantes térmicos

Medidas Disponibles				
Presentación	Ø Ext.	Ø Int.	Espesor	Longitud
Barros	2" - 4" (50.8 - 101.6 mm.)	-	-	24" (609.6 mm.) Y 48" (1219 mm.)
	4 1/4" - 6 3/4" (108.0 - 168.1 mm.)	-	-	24" (609.6 mm.)
	6" - 38" (152.4 - 965.2 mm.)	-	-	12" (304.8 mm.)
Piezas	-	-	0.187" - 4" (4.7 - 101.6 mm.)	24" x 48" (609.6 x 1219.2 mm.) Y 48" x 20" (1219.2 - 3048.0 mm.)
Ejes	2" - 6 3/4" (50.8 - 168.7 mm.)	1" - 5 1/2" (25.4 - 139.7 mm.)	-	26" (660.4 mm.) y 78" (1981.2 mm.)
	6 1/2" - 18" (165.1 - 457.2 mm.)	2 1/2" - 15" (63.5 - 406.4 mm.)	-	13" (330.2 mm.) y 26" (660.4 mm.)
	19" - 90" (482.6 - 2302 mm.)	10" - 78" (254 - 1981.2 mm.)	-	13" (330.2 mm.)
Discos Ciegos	24" - 90" (609.6 - 2302 mm.)	-	-	-

Para mayor información llame sin costo al 01-800-210-8711 o consulte a su distribuidor autorizado más cercano.

Principales propiedades Nylamid® NSM

Propiedades	Norma ASTM	Unidades	Valores	Unidades	Valores
I- Mecánicas					
Gravedad específica 23 °C	D 792	-	1.15	-	-
Resistencia a la tensión 23 °C	D 638	psi	11,000	Kg/cm ²	773
Módulo de elasticidad a la tensión 23 °C	D 638	psi	410,000	Kg/cm ²	28,827
Elongación a la ruptura 23 °C	D 638	%	20	-	-
Resistencia a la flexión 23 °C	D 790	psi	16,000	Kg/cm ²	1,125
Módulo de elasticidad a la flexión 23 °C	D 790	psi	475,000	Kg/cm ²	33,397
Resistencia a la compresión, 10% de deformación 23 °C	D 695	psi	14,000	Kg/cm ²	984
Módulo de elasticidad a la compresión 23 °C	D 695	psi	400,000	Kg/cm ²	28,124
Dureza escala Shore D, 23 °C	D 2240	-	D 85	-	-
Impacto Izod (con muesca) 23 °C	D 256	ft.lb/in	0.5	cm.kg/cm	2.72
Coefficiente de fricción dinámico (en seco vs. Acero)	QTM 55007	-	0.18	-	-
II- Térmicas					
Coefficiente de expansión térmica lineal (de -40 a 149 °C)	E 831 (TMA)	in./in.°F	5x10 ⁻⁶	m/(m.K)	95x10 ⁻⁶
Temperatura de deflexión al calor (264 psi)	D 648	°F	200	°C	93.3
Punto de fusión	D 3418	°F	420	°C	215.5
Temperatura de servicio continuo en Aire (Máx)	-	°F	200	°C	93.3
Conductividad térmica	F 433	BTU in/hr.ft ² .°F	-	W/(K.m)	0.20

Continuación de propiedades Nylamid® NSM

Propiedades	Norma ASTM	Unidades	Valores
III- Eléctricas			
Resistencia dieléctrica, corto tiempo	D 149	Volts/mil	400
Resistividad volumétrica	D 257	Ohm-cm	>10 ¹³
Constante dieléctrica 10 ⁶ Hz	D 150	-	-
IV- Químicas			
Absorción de agua en 24 horas	D 570 (3)	% por peso	0.25
Absorción de agua hasta saturación	D 570 (3)	% por peso	7.0
Ácidos suaves 23 °C	-	-	S. Limitado
Ácidos fuertes 23 °C	-	-	S. Inaceptable
Alcalinos suaves 23 °C	-	-	S. Limitado
Alcalinos fuertes 23 °C	-	-	S. Inaceptable
Hidrocarburos aromáticos 23 °C	-	-	S. Aceptable
Hidrocarburos Alifáticos 23 °C	-	-	S. Aceptable
Cetonas, Esteres 23 °C	-	-	S. Aceptable
Éteres 23 °C	-	-	S. Aceptable
Solventes clorados 23 °C	-	-	S. Limitado
Alcoholes 23 °C	-	-	S. Limitado
Soluciones salinas inorgánicas 23 °C	-	-	S. Aceptable
Rayos de sol en continuo 23 °C	-	-	S. Limitado

PROPIEDADES DE NYLAMID M TRABAJAR EN CONTACTO CON EL ALIMENTO



El Nylamid® M (M = Mecánico) es de color hueso y está aprobado para trabajar en contacto directo con alimentos de consumo humano, por la SECOFI (NMX-E-202-1993-SOFI).

Este Nylamid® es producido por la polimerización directa de monómeros para formar polímeros de nylon 6/12, al ser vaciados a presión atmosférica. Este proceso ofrece la ventaja de poder fabricar piezas de mucho mayor volumen que con la inyección y extrusión.

Aplicaciones Típicas:

- Cojinetes
- Aislantes eléctricos
- Moldes
- Poleas
- Catarinas
- Guías de desgaste
- Piezas de impacto
- Prototipos
- Engranajes
- Ruedas
- Rodillos
- Sellos para válvulas
- Raspadores
- Tolvas
- Aislantes térmicos

Medidas Disponibles												
Barras		Placas		Placas Especiales		Barras cuadradas		Bujes			Discos ciegos	
Ø	Long.	Esp.	Med.	Esp.	Med.	Lado	Long.	Ø Ext.	Ø Int.	Long.	Esp.	Ø
Pig.	Pig.	Pig.	Pig.	Pig.	Pig.	Pig.	Pig.	Pig.	Pig.	Pig.	Pig.	Pig.
2	24	¼	24x24	¼	39x39	1	24	2	1	24	¼	28
2 ¼	y	3/8	24x48	3/8	y	1 ¼		2 ½	1		1	28
2 ½	48	¼	24x72	¼	60x60	1 ½		3	3/8		1 ½	30
2 ¾		5/8	24x96	5/8		2		3 ½	1 ½		1 ½	32
3		¾	24x120	¾		2 ½		3 ¾	1 ¾			34
3 ¼		1	48x48	1		3		4	2			36
3 ½		1 ¼	48x72			3 ½		4 ½	2 ½			38
3 ¾		1 ½	48x96			4		5	2 ¾			40
4		1 ¾	48x120			5		5 ½	3			42
4 ½		2				6		6	3 ½			44
5						6 ½		6 ½	4			46
5 ½						7		7	4			
6						7 ½		8	3/8			
6 ¼						8		9	4 ¼			
7								10	6			
7 ½								11	5 ½			
8								12	6			
9	24	2 ¼	24x24	1 ¼	60x60			13	6 ½			
10			24x48	1 ½				14	7			
11		2 ½	24x24	1 ¾				15	8			
12		3	24x48					16	9			
13			48x48					17	10			
14		3 ¼	24x24						11			
15		3 ½	24x48						12			
16		4							13			
17		5							14			
		6							15			

Principales propiedades Nylamid® M

Propiedades	Norma ASTM	Unidades	Valores	Unidades	Valores
I- Mecánicas					
Gravedad específica 23 °C	D 792	-	1.04	-	-
Resistencia a la tensión 23 °C	D 638	psi	12,000	Kg/cm ²	844
Módulo de elasticidad a la tensión 23 °C	D 638	psi	400,000	Kg/cm ²	28,124
Elongación a la ruptura 23 °C	D 638	%	20	-	-
Resistencia a la flexión 23 °C	D 790	psi	16,000	Kg/cm ²	1,125
Módulo de elasticidad a la flexión 23 °C	D 790	psi	500,000	Kg/cm ²	35,155
Resistencia a la compresión, 10% de deformación 23 °C	D 695	psi	15,000	Kg/cm ²	1,055
Módulo de elasticidad a la compresión 23 °C	D 695	psi	400,000	Kg/cm ²	28,124
Dureza escala Shore D, 23 °C	D 2240	-	D 86	-	-
Impacto Izod (en muelles) 23 °C	D 256	ft.lb/in	0.4	cm.kg/cm	2.19
Coefficiente de fricción dinámico (en seco vs. Acero)	PTM 55007	-	0.2	-	-
II- Térmicas					
Coefficiente de expansión térmica lineal (de -40 a 140 °C)	E 831 (TMA)	in/in./°F	3.5x10 ⁻⁶	m/(m.K)	80x10 ⁻⁶
Temperatura de deflexión al calor (284 psi)	D 648	°F	200	°C	93.3
Punto de fusión	D 3418	°F	420	°C	215.5
Temperatura de servicio continuo en Aire (Máx)	-	°F	200	°C	93.3
Conductividad térmica	F 433	BTU in/hr.ft ² .°F	1.7	W/(K.m)	0.29

Continuación de propiedades Nylamid® M

Propiedades	Norma ASTM	Unidades	Valores
III- Eléctricas			
Resistencia dieléctrica, corto tiempo	D 149	Volts/mil	500
Resistividad volumétrica	D 257	Ohm-cm	$> 10^{13}$
Constante dieléctrica 10^6 Hz	D 150	-	3.7
IV- Químicas			
Absorción de agua en 24 horas	D 570 (3)	% por peso	0.3
Absorción de agua hasta saturación	D 570 (3)	% por peso	7.0
Ácidos suaves 23 °C	-	-	S. Limitado
Ácidos fuertes 23 °C	-	-	S. Inaceptable
Alcalinos suaves 23 °C	-	-	S. Limitado
Alcalinos fuertes 23 °C	-	-	S. Inaceptable
Hidrocarburos aromáticos 23 °C	-	-	S. Aceptable
Hidrocarburos Alifáticos 23 °C	-	-	S. Aceptable
Cetonas, Ésteres 23 °C	-	-	S. Aceptable
Éteres 23 °C	-	-	S. Aceptable
Solventes clorados 23 °C	-	-	S. Limitado
Alcoholes 23 °C	-	-	S. Limitado
Soluciones salinas inorgánicas 23 °C	-	-	S. Aceptable
Rayos de sol en continuo 23 °C	-	-	S. Limitado

ANEXO I DATOS DEL PLC LOGO 8 12/24RCE

DATOS DEL PLC LOGO8 12/24RCE

LOGO!

Technical Data



LOGO! 8 Basic				
	LOGO! 24CE	LOGO! 12/24RCE	LOGO! 24RCE	LOGO! 230RCE
Inputs	8	8	8	8
of which can be used in analog mode	4 (0 to 10 V)	4 (0 to 10 V)	–	–
Input/supply voltage	24 V DC	12...24 V DC	24 V AC/DC	115...230 V AC/DC
Permissible range	20.4...28.8 V DC	10.8 V...28.8 V DC	20.4 V AC to 26.4 V AC 20.4 V DC to 28.8 V DC	85 V AC to 265 V AC 100 V DC to 253 V DC
Outputs	4; transistors	4; relays	4; relays	4; relays
Continuous current	0.3 A	10 A with resistive load; 3 A with inductive load	10 A with resistive load; 3 A with inductive load	10 A with resistive load; 3 A with inductive load
Short-circuit protection	Electronic (approx. 1 A)	External fuse required	External fuse required	External fuse required
Switching frequency	10 Hz	2 Hz with resistive load; 0.5 Hz with inductive load	2 Hz with resistive load; 0.5 Hz with inductive load	2 Hz with resistive load; 0.5 Hz with inductive load
Cycle time	< 0.1 ms/function	< 0.1 ms/function	< 0.1 ms/function	< 0.1 ms/function
Display	Yes	Yes	Yes	Yes
Integrated time switched power reserve	Yes / typ. 20 days			
Connection cables	2 x 1.5 mm ² or 1 x 2.5 mm ²	2 x 1.5 mm ² or 1 x 2.5 mm ²	2 x 1.5 mm ² or 1 x 2.5 mm ²	2 x 1.5 mm ² or 1 x 2.5 mm ²
Ambient temperature	0 to + 55 °C			
Storage temperature	– 40 °C to + 70 °C			
Emitted interference	In accordance with EN 55011 (limit class B)	In accordance with EN 55011 (limit class B)	In accordance with EN 55011 (limit class B)	In accordance with EN 55011 (limit class B)
Degree of protection	IP20	IP20	IP20	IP20
Certification	CSA, UL, FM, IEC 61131, VDE 0631, marine approvals	CSA, UL, FM, IEC 61131, VDE 0631, marine approvals	CSA, UL, FM, IEC 61131, VDE 0631, marine approvals	CSA, UL, FM, IEC 61131, VDE 0631, marine approvals
Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide, or wall mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide, or wall mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide, or wall mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide, or wall mounting
Dimensions (W x H x D)	71.5 (4 MW) x 90 x 60 mm	71.5 (4 MW) x 90 x 60 mm	71.5 (4 MW) x 90 x 60 mm	71.5 (4 MW) x 90 x 60 mm
Programming cable	Ethernet	Ethernet	Ethernet	Ethernet

LOGO!

Technical Data

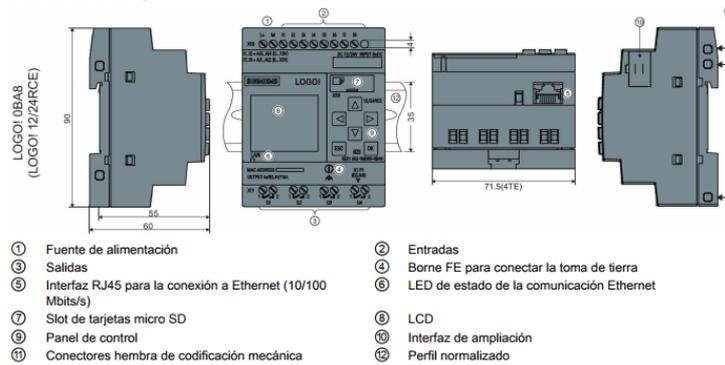


LOGO! 8 Basic				
	LOGO! 24CE	LOGO! 12/24RCE	LOGO! 24RCE	LOGO! 230RCE
LOGO! ↔ LOGO! communication (Ethernet)	Yes, max. 16 LOGO! + 1 LOGO! TDE + 1 PC/PG	Yes, max. 16 LOGO! + 1 LOGO! TDE + 1 PC/PG	Yes, max. 16 LOGO! + 1 LOGO! TDE + 1 PC/PG	Yes, max. 16 LOGO! + 1 LOGO! TDE + 1 PC/PG
LOGO! ↔ network (Ethernet)	Yes, max. 16 TN (LOGO!, SIMATIC CPU/ HMI, PC)	Yes, max. 16 TN (LOGO!, SIMATIC CPU/ HMI, PC)	Yes, max. 16 TN (LOGO!, SIMATIC CPU/ HMI, PC)	Yes, max. 16 TN (LOGO!, SIMATIC CPU/ HMI, PC)
Maximum program memory	400 blocks	400 blocks	400 blocks	400 blocks
External memory module	Standard micro SD card			
Data Logging	Internal memory (200 data records) / micro SD card (2000 data records)	Internal memory (200 data records) / micro SD card (2000 data records)	Internal memory (200 data records) / micro SD card (2000 data records)	Internal memory (200 data records) / micro SD card (2000 data records)
Online status chart	Yes, with saving on the PC			
Macro function	Yes	Yes	Yes	Yes
Web server	Yes	Yes	Yes	Yes
Article No.	6ED1052-1CC01-0BA-8	6ED1052-1M000-0BA-8	6ED1052-1HB00-0BA-8	6ED1052-1FB00-0BA-8

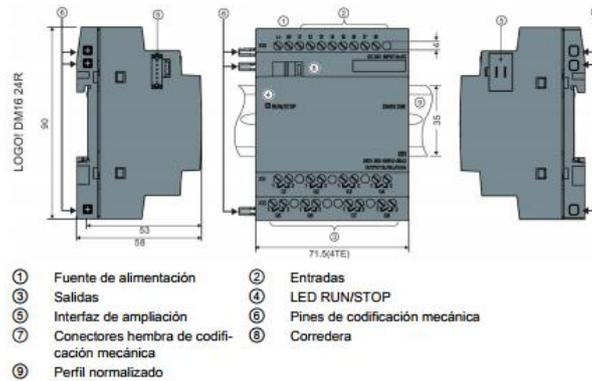
LOGO! modular: detalles técnicos

Módulos básicos	LOGO! 230R(1), LOGO! 230RCo2	LOGO! 12/24 RCE	LOGO! 230 RCE
Entradas	8	8	8
de ellas, como analógicas	-	4 (0 a 10 V)	-
Tensión de entrada/de alimentación	115/240 V AC/DC	12/24 V DC	115/240 V AC/DC
Rango admisible con señal "0" con señal "1" Intensidad de entrada	85 ... 265 V AC 100 ... 253 V DC máx. 40 V AC/30 V DC mín. 79 V AC/79 V DC, 0,08 mA	10,8 V ... 28,8 V DC máx. 5 V DC mín. 8,5 V DC 1,5 mA (13 ... 16) 0,1 mA (11, 12, 17, 18)	85 ... 265 V AC 100 ... 253 V DC máx. 40 V AC/30 V DC mín. 79 V AC/79 V DC, 0,08 mA
Salidas	4 relés	4 relés	4 relés
Intensidad permanente	10 A con carga óhmica; 3 A con carga inductiva	10 A con carga óhmica; 3 A con carga inductiva	10 A con carga óhmica; 3 A con carga inductiva
Protec. contra cortocircuito	Protección externa necesaria	Protección externa necesaria	Protección externa necesaria
Frecuencia de conmutación	2 Hz con carga óhmica; 0,5 Hz con carga inductiva	2 Hz con carga óhmica; 0,5 Hz con carga inductiva	2 Hz con carga óhmica; 0,5 Hz con carga inductiva
Tiempo de ciclo	< 0,1 ms/función	< 0,1 ms/función	< 0,1 ms/función
Relojes horar. integrados/ reserva de marcha	sí/tp. 80 h (2 años con módulo de pila)	sí/tp. 480 h; sin pila	sí/tp. 480 h; sin pila
Cables de conexión			
Temperatura ambiente			
Temp. de almacenaje			
Perturbaciones emitidas			
Grado de protección			
Homologaciones			
Montaje		sobre perfil de 35 mm, ancho de 6 módulos o montaje mural	
Dimensiones		108 (6 mód.) x 90 x 55 mm (anchoxaltoxprof.)	108 (6 mód.) x 90 x 55 mm (anchoxaltoxprof.)
Cable de programación	Cable de PC LOGO! (RS232 o USB)	Ethernet	Ethernet
Pila también opcional	Sí	No	No
Comunicación LOGO! ↔ LOGO! (Ethernet)	No	Sí, máx. 8 LOGO! + 1 PC/PG	Sí, máx. 8 LOGO! + 1 PC/PG
LOGO! ↔ Red (Ethernet)	No	Sí, máx. 8 estaciones (LOGO!, CPU SIMATIC, 1 SIMATIC HMI, PC)	Sí, máx. 8 estaciones (LOGO!, CPU SIMATIC, 1 SIMATIC HMI, PC)
Máxima memoria de programas	200 bloques	400 bloques	400 bloques
Módulo de memoria externo	LOGO! Memory Card	SIMATIC Memory Card o tarjeta SD estándar, máx. 2 G	SIMATIC Memory Card o tarjeta SD estándar, máx. 2 G
Registro de datos	No	Memoria interna/tarjeta SD	Memoria interna/tarjeta SD
Tabla de estado en línea	No	Sí, al guardar en el PC	Sí, al guardar en el PC
Función de macros	No	Sí	Sí

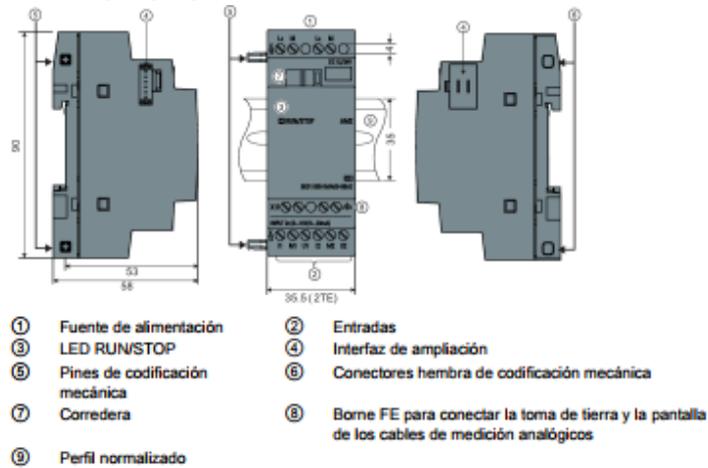
ANEXO J DATOS DEL PLC LOGO 8 12/24RCE ESTRUCTURA DEL PLC



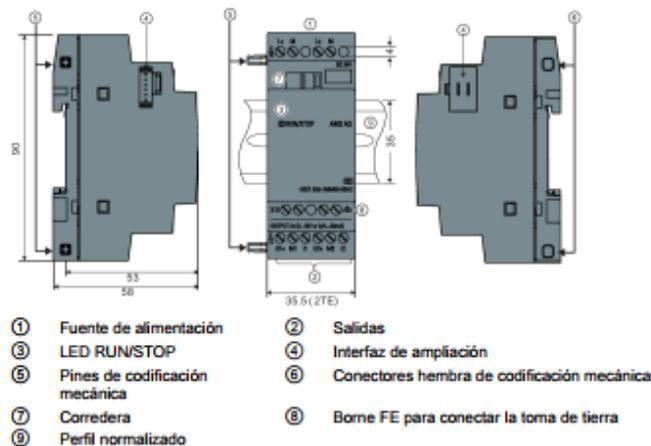
ESTRUCTURA DEL MODULO DM1624



ESTRUCTURA DEL MODULO AM2



LOGO AM2 AQ (0 ... 10 V DC o 0/4 ... 20 mA)



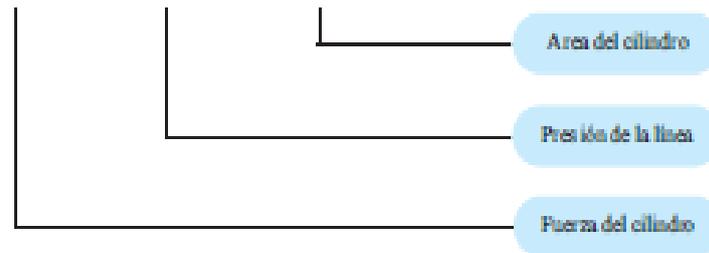
ANEXO K CARACTERÍSTICAS DEL CILINDRO NEUMÁTICO

CILINDROS- FUERZAS TEORICAS

SISTEMA ISO



$$F = P \times A$$



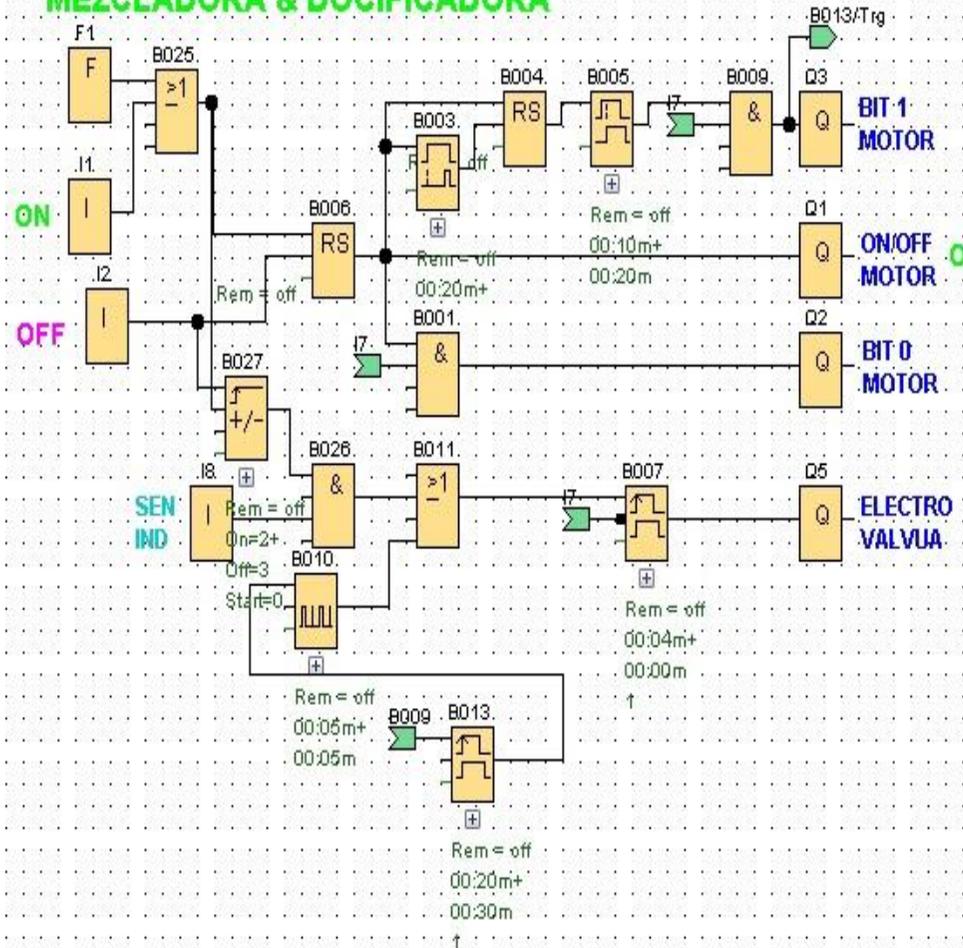
F1 = Fuerza en extensión - Newtons

F2 = Fuerza en retracción - Newtons

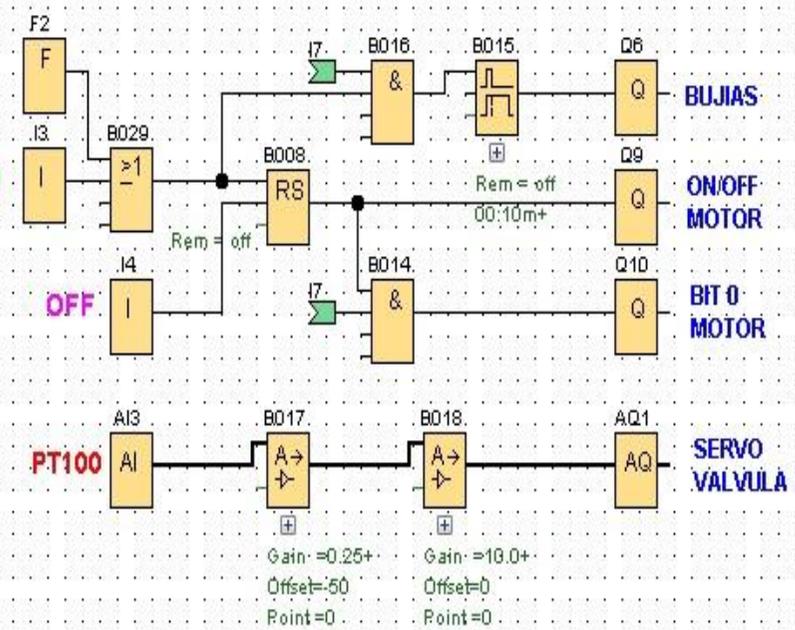
Diámetro		Presión Eficaz ¹								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	F1	3,7	8,5	11,3	14,1	17,0	19,8	22,6	25,5	28,3
	F2	4,2	6,4	8,5	10,6	12,7	14,9	17,0	19,1	21,2
10	F1	15,7	23,6	31,4	39,3	47,1	55,0	62,9	70,7	78,6
	F2	13,2	19,8	26,4	33,0	39,6	46,2	52,8	59,4	66,0
12	F1	23	36	45	57	68	79	91	102	113
	F2	17	25	34	42	51	59	68	76	85
16	F1	40	60	80	101	121	141	161	181	201
	F2	35	52	69	86	104	121	138	156	173
20	F1	63	96	126	157	189	220	251	283	314
	F2	53	79	106	132	158	185	211	238	264
25	F1	88	147	196	246	295	344	393	442	491
	F2	81	124	165	206	248	289	330	371	413
32	F1	118	241	322	403	483	563	644	724	805
	F2	106	207	277	346	415	484	553	622	691
40	F1	150	377	508	639	774	900	1.026	1.151	1.277
	F2	131	317	432	548	664	779	895	990	1.096
50	F1	196	509	706	903	1.109	1.315	1.571	1.768	1.964
	F2	170	465	640	825	990	1.155	1.320	1.485	1.650
63	F1	254	666	947	1.229	1.571	1.871	2.181	2.491	2.801
	F2	226	601	832	1.063	1.295	1.527	1.759	1.991	2.223
80	F1	336	909	1.241	1.574	1.917	2.260	2.603	2.946	3.289
	F2	290	801	1.085	1.369	1.653	1.937	2.221	2.505	2.789
100	F1	457	1.257	1.743	2.229	2.714	3.200	3.686	4.171	4.657
	F2	397	1.110	1.546	1.983	2.420	2.856	3.293	3.729	4.166
125	F1	565	1.481	2.011	2.541	3.071	3.601	4.131	4.661	5.191
	F2	494	1.302	1.789	2.276	2.763	3.250	3.737	4.224	4.711
160	F1	741	1.982	2.693	3.404	4.115	4.826	5.537	6.248	6.959
	F2	640	1.710	2.340	2.970	3.600	4.230	4.860	5.490	6.120
200	F1	983	2.544	3.424	4.304	5.184	6.064	6.944	7.824	8.704
	F2	851	2.187	2.927	3.667	4.407	5.147	5.887	6.627	7.367

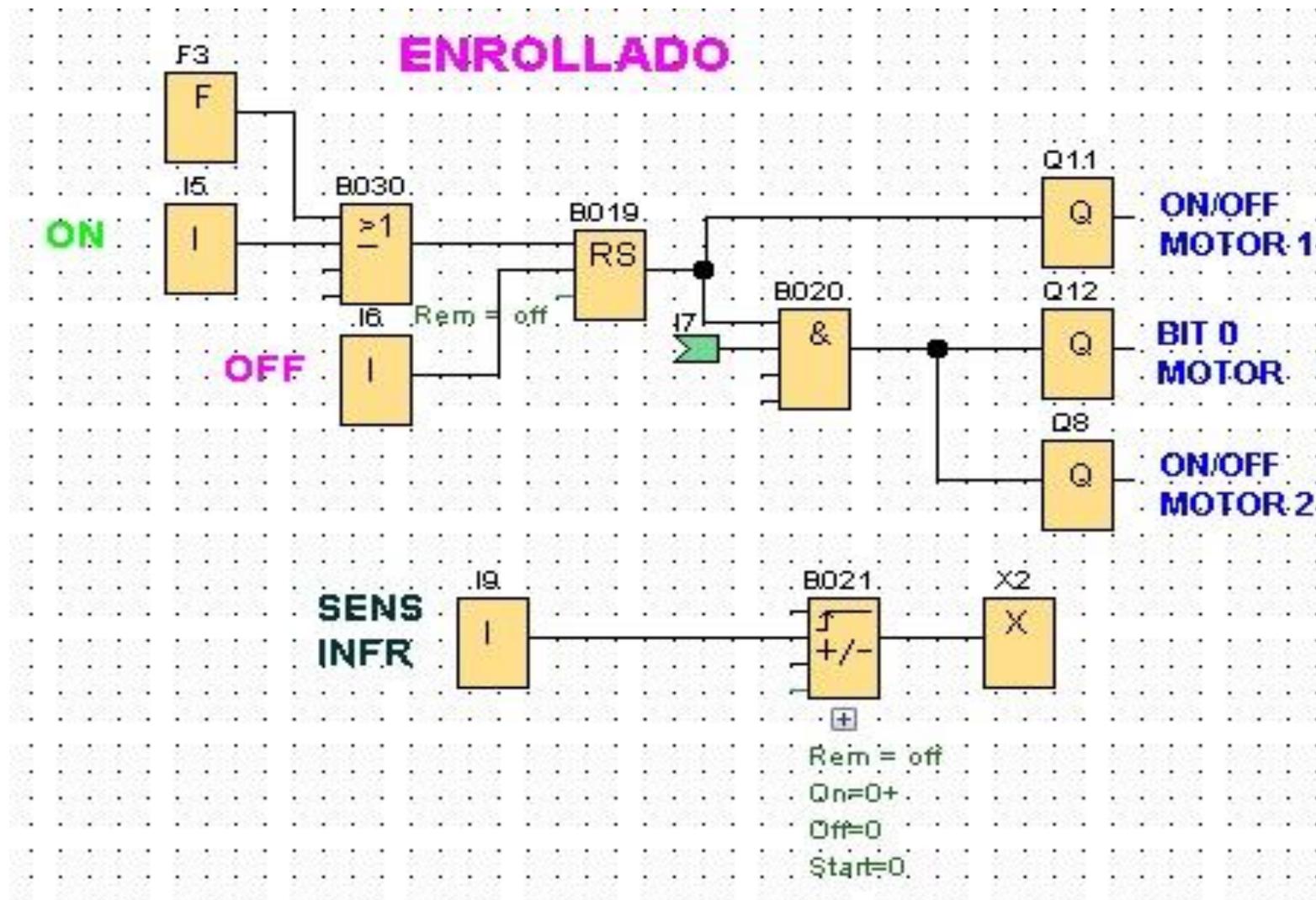
ANEXO K: PROGRAMAS DEL SISTEMA

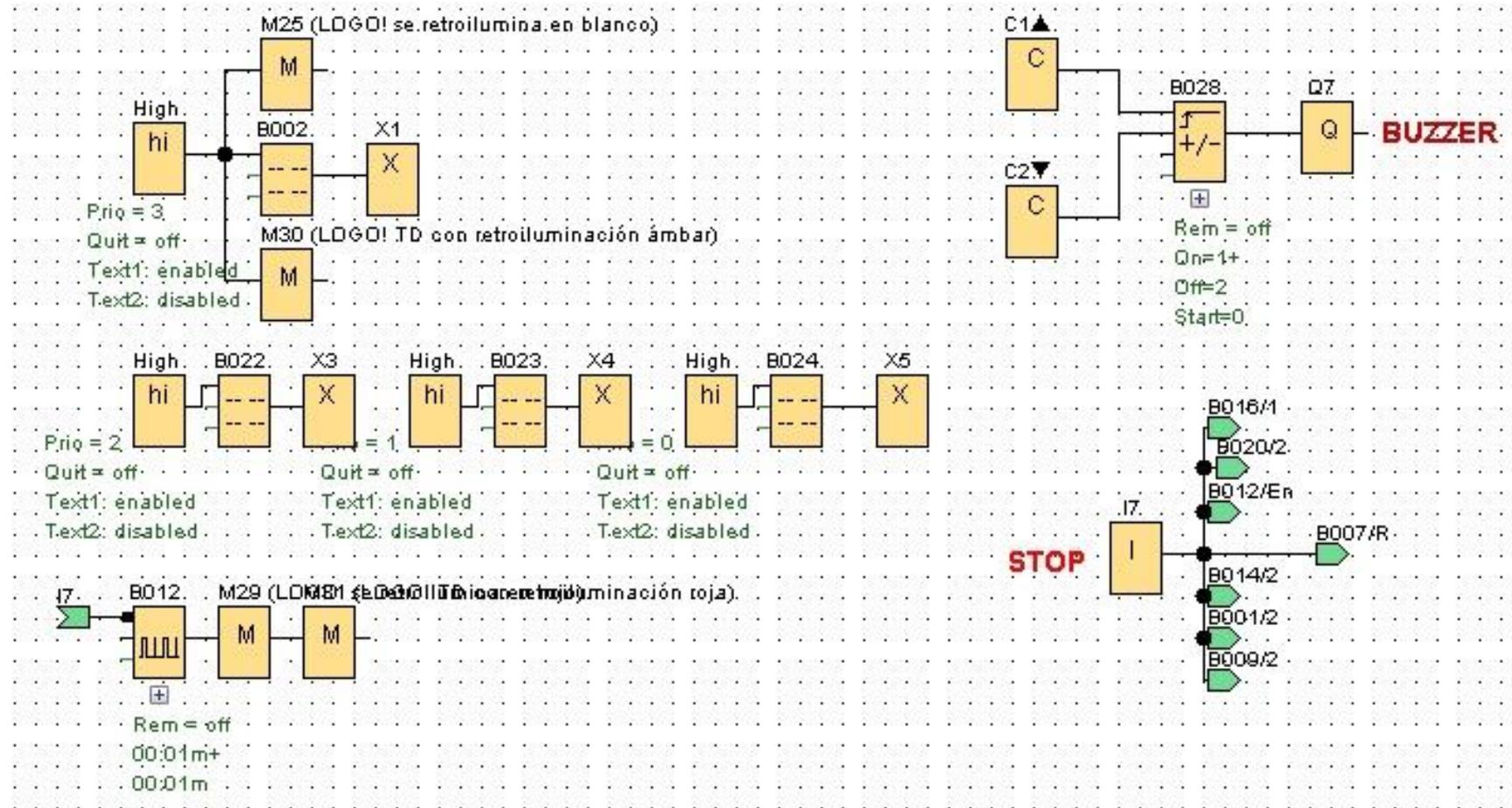
MEZCLADORA & DOCIFICADORA



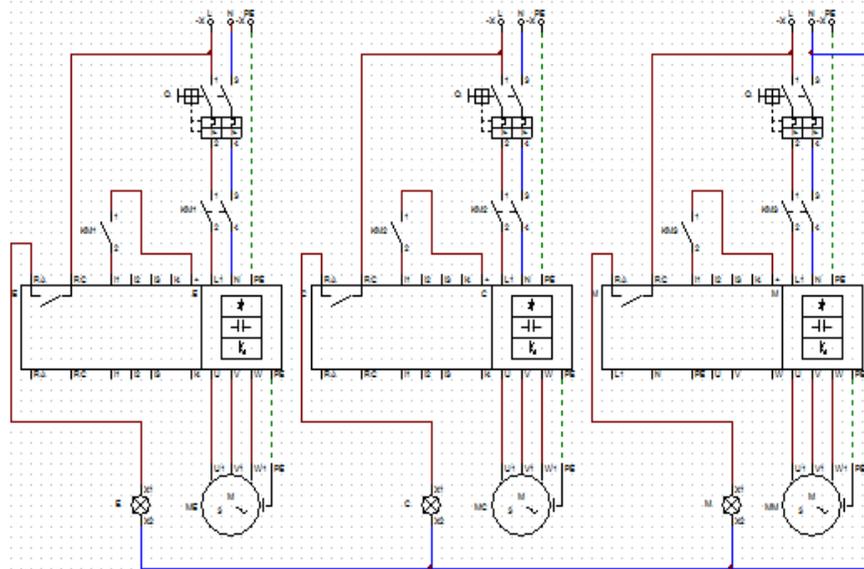
COCCION



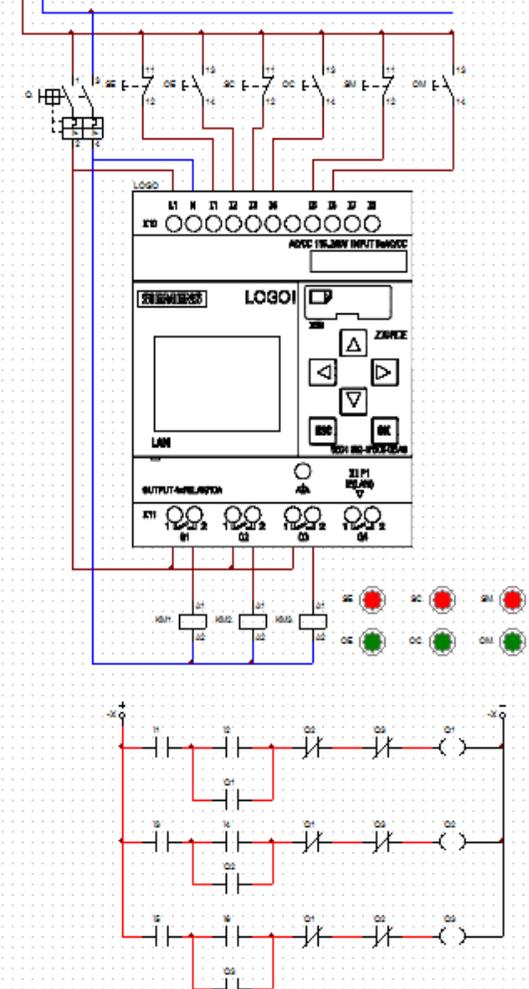




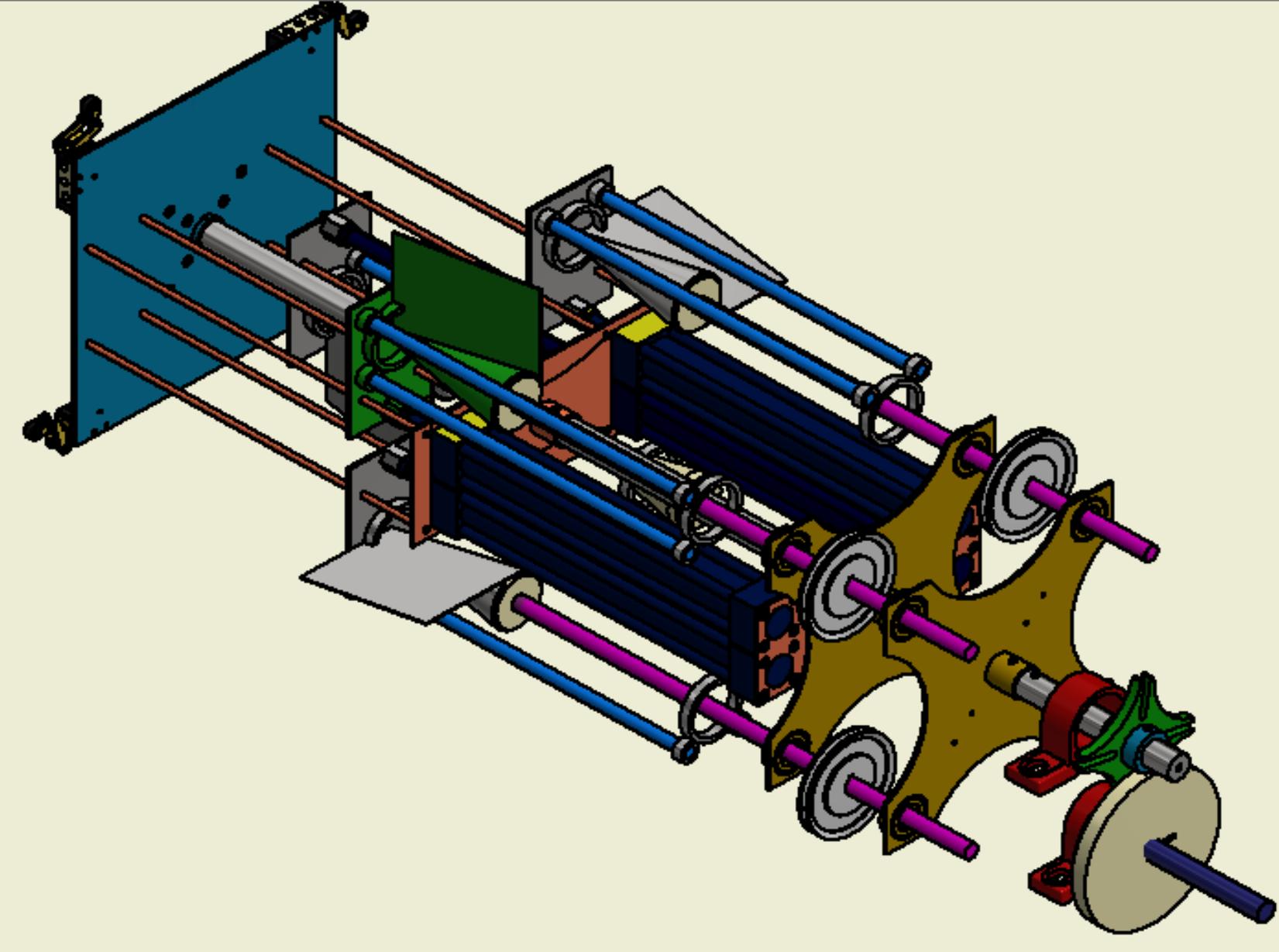
ESQUEMA DE FUERZA



ESQUEMA DE MANDO



PLANOS MECÁNICOS









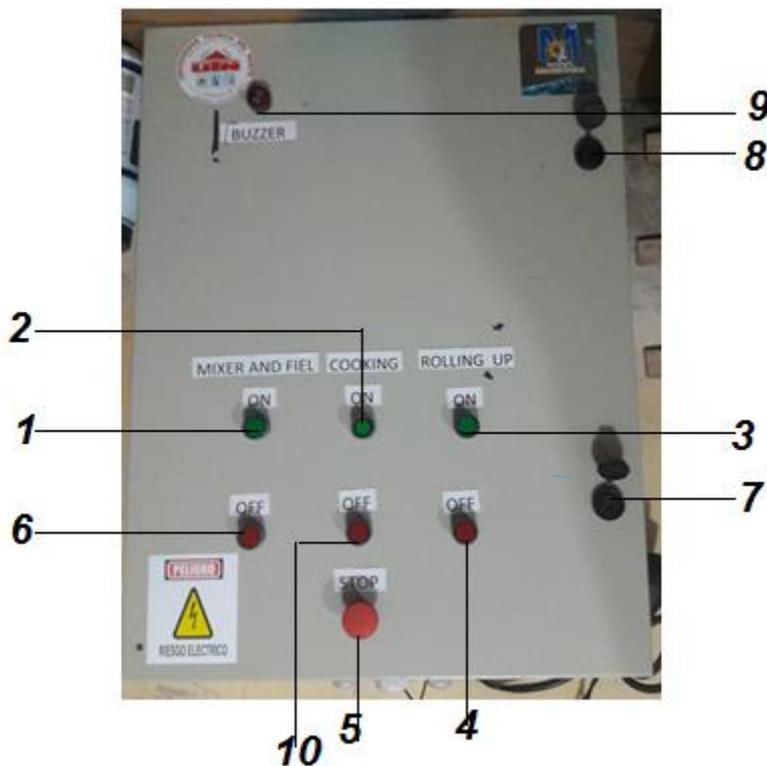


MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTOS

MANUAL DE USUARIO

En el presente manual se describe el proceso de enrollado de las obleas, las partes que forman y el procedimiento para un adecuado uso, este manual permite al usuario trabajar con la máquina de una manera eficiente y así un producto terminado de calidad como son los conos para los helados. Los elementos que contiene la máquina están diseñados exclusivamente para este equipo y no podrán ser compatibles con otros equipos.

10. SISTEMA DE CONTROL



1. Botón de encendido de la mezcladora
2. Botón de encendido de la cocina
3. Botón de encendido de la enrolladora
4. Botón de apagado de la enrolladora

5. Botón del paro de emergencia
6. Botón de apagado de la mezcladora
7. Llave de seguridad
8. Llave de seguridad
9. Alarma
10. Botón de apagado de la cocina

INSTRUCCIONES IMPORTANTES DE SEGURIDAD

Al utilizar aparatos eléctricos, se debe respetar siempre una serie de precauciones básicas para reducir el riesgo de incendio, descarga eléctrica y daños personales. A continuación se incluyen algunas de estas precauciones:

1. Lea detenidamente las instrucciones antes los componentes de la máquina y guárdelas para posteriores revisiones.
2. Compruebe que el voltaje de su toma de corriente es de 220 V ~ 60 Hz.
3. No introduzca objetos extraños en los moldes, para evitar daños.
4. Utilice agua limpia para realizar la limpieza de la máquina
5. El sistema neumático siempre debe estar alimentado al compresor.
6. Este aparato ha sido diseñado uso micro emprenderos artesanales.
7. No habrá la tapa de la cámara de transmisión de potencia cuando esté en funcionamiento.
8. Desenchufe la unidad cuando no la esté utilizando, durante las tareas de limpieza o antes de mover el aparato.

9. No añada lubricantes o aceites que no sean el adecuado para las distintas piezas que contiene la máquina.

10. No incline, mueva, vacíe o llene la unidad mientras esté en funcionamiento.

12. Mantenga la máquina limpia. No permita que ningún tipo de objeto entre en

13. Impida que el cable de alimentación entre en contacto con superficies húmedas o calientes, se enrolle o esté al alcance de los niños.

14. No utilice nunca el aparato si el cable o el enchufe están dañados, ni después de que el aparato haya funcionado incorrectamente o haya sufrido cualquier tipo de daño.

15. No intente nunca abrir cualquier parte o desmontar los controles cuando este en funcionamiento. Se declinará toda responsabilidad en caso de que no se hayan seguido estas instrucciones.

16. No utilice el aparato con otros fines distintos de los previstos por el fabricante.

17. En caso de presentar alguna avería, anomalías o presentan deterioro, apague el aparato y no intente repararlo por su cuenta. Póngase en contacto con el Servicio Técnico.

18. No utilice detergentes para limpiar la máquina. El detergente puede afectar el acabado del material y es peligroso, porque se tiene contacto con los alimentos.

19. Este dispositivo no está diseñado para que lo usen los niños, con facultades físicas, sensoriales o mentales reducidas, o con falta de experiencia y conocimiento, salvo que sean supervisadas o instruidas acerca de la utilización del aparato por una persona responsable de su seguridad.

20. Si el cable eléctrico está dañado, debe ser sustituido por los fabricantes, el servicio técnico o personas calificadas para evitar cualquier peligro.

21. Utilizar el equipo necesario para evitar accidentes, contaminación de los productos.

USO DE LA MÁQUINA ENROLLADORA

PREPARACIÓN PREVIA

1. Compruebe que el aparato esté desconectado de la red eléctrica.
2. Compruebe que la puerta de transmisión del sistema esté cerrada.
3. Compruebe que los cilindros neumáticos estén conectados al compresor.
3. Utilice un paño seco para limpiar los enrolladores y los moldeadores

ATENCIÓN:

- NUNCA limpie los moldeadores y enrolladores con sustancias que no estén dentro del sector alimenticio.
- Utilice únicamente agua limpia. Nunca limpie la parte que este en contacto con los alimentos con alcohol, aceite perfumado o cualquier otro tipo de líquido que pueda ocasionar la contaminación cruzada.

PUESTA EN MARCHA LA MÁQUINA ENROLLADORA

1. Verifique que el cable de alimentación esté conectado a la red de 220V~60 Hz.
2. Pulse el botón verde de encendido de la máquina (ONN) .
3. Si la máquina no encendiera verifique la alimentación o también el sistema de transmisión. En caso de tener problema llamar al técnico.

4. Una vez terminado el proceso pulse el botón rojo (Off) para apagar la máquina y de conectar el cable de alimentación del toma corriente para evitar accidentes.
5. Al terminar el trabajo es recomendable limpiar la parte que está en contacto con el alimento, esto evitara que se contamine los alimentos.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Limpio la parte que está en contacto con el alimento:

1. Utilizar siempre agua limpia y purificada
2. Vaciar siempre el depósito de agua cuando no se esté utilizando.
3. Antes de guardar, limpiar todas las piezas con un paño húmedo y luego pasar con un paño seco.
4. Realizar la limpieza a diario después de haber terminado el proceso.
5. No utilizar materiales agresivos se puede rayar el enrollador
6. No limpie la parte que este en contacto con los alimentos con alcohol, aceite perfumado o cualquier otro tipo de líquido que pueda ocasionar la contaminación cruzada.

Nota:

El vinagre es un limpiador natural efectivo, que funciona de maravilla para eliminar manchas impregnadas o leves en cualquier superficie, incluyendo el acero inoxidable. Dado que el vinagre no emite gases tóxicos, solo un olor agrio que se disipa rápidamente, es seguro para utilizarlo. Se recomienda realizar esto cada 30 a 15 días dependiendo del uso de la máquina.

Llena una botella con spray de tamaño normal con 1/2 taza de vinagre blanco, llena la botella hasta el tope con agua tibia. Revuelve la solución con cuidado antes de rociar cualquier superficie de acero inoxidable. Rocía las zonas de los aparatos que tengan huellas marcadas o manchas de alimentos con la solución de vinagre. Refriega con cuidado con un trapo húmedo hasta haber eliminado las marcas. Luego, rocía una última vez suavemente y pasa un trapo suave para lograr un brillo libre de vetas.

Limpiar la parte externa que no se encuentra en contacto con el alimento:

1. Si hay suciedad sobre la superficie limpiar con un cepillo suave.
2. Enjuagar y limpiar con un paño suave.
3. Realizar la limpieza a diario después de haber terminado el proceso.
4. No utilizar materiales agresivos se puede rayar el enrollador

Limpiar la parte interna de la máquina:

1. Si hay suciedad sobre la superficie limpiar con un cepillo suave.
2. Enjuagar y limpiar lo sucio con un paño suave.
3. Para un buen funcionamiento se debe realizar un mantenimiento periódico de la máquina.
4. La limpieza del debe realizarse por lo menos una vez a la semana.
5. no utilizar materiales agresivos se puede rayar y dañar el material.