



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
APLICADAS**

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TESIS PREVIA A LA OBTENSIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA
CORTADORA DE OBLEAS PARA EL MONASTERIO
“CORAZÓN DE JESÚS” SECTOR BELLAVISTA – SAN
ANTONIO DE IBARRA”**

AUTOR: BYRON RENE BENAVIDES VENEGAS

DIRECTOR: ING. MILTON GAVILÁNEZ

Ibarra – 2015

DECLARACIÓN

Yo, BYRON RENE BENAVIDES VENEGAS, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y certifico la veracidad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Byron Rene Benavides Venegas

**AUTORIZACIÓN DE CERTIFICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IDENTIFICATIVA DE LA OBLA**

En calidad de Director del Trabajo de Grado "Diseño y construcción de una máquina cortadora de obleas para el monasterio "Corazón de Jesús" sector Bellavista – San Antonio de Ibarra", presentado por el señor Byron Rene Benavides Venegas, para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica, certifico que el mencionado proyecto fue realizado bajo mi dirección.

Para efectos de control de calidad y disponibilidad de la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
TÍTULO DE IDENTIFICACIÓN	100323422-9
APELLIDOS Y NOMBRES	BYRON RENE BENAVIDES VENEGAS
DIRECCIÓN	VICENTE ROJAS PUEBLO 2-73 (SAN ANTONIO)
E-MAIL:	byronr_1990@yahoo.es
TELÉFONO MÓVIL	099584982 / 092551384

Ing. Milton Gavilánez.

DATOS DE LA OBLA	
TÍTULO	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE OBLAS PARA EL MONASTERIO "CORAZÓN DE JESÚS" SECTOR BELLAVISTA – SAN ANTONIO DE IBARRA
AUTOR	BYRON RENE BENAVIDES VENEGAS
FECHA	15 de Mayo del 2010
PROGRAMA	PRE-GRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniero en Mecatrónica
DIRECTOR	Ing. Milton Gavilánez

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

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

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100369422-9
APELLIDOS Y NOMBRES:	BYRON RENE BENAVIDES VENEGAS
DIRECCIÓN:	VICENTE ROCAFUERTE 2-73 (SAN ANTONIO DE IBARRA)
E-MAIL:	byronb_1990@yahoo.es
TELÉFONO MOVIL:	0985084962 / 062550364

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE OBLEAS PARA EL MONASTERIO “CORAZÓN DE JESÚS” SECTOR BELLAVISTA – SAN ANTONIO DE IBARRA”
AUTOR:	BYRON RENE BENAVIDES VENEGAS
FECHA:	13 de Mayo del 2015
PROGRAMA:	PREGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica
DIRECTOR:	Ing. Milton Gavilánez

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Byron Rene Benavides Venegas; con cedula de identidad Nro. 100369422-9, 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 del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

3. CONSTANCIA

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

Ibarra a los 15 días del mes de Mayo del 2015

Nombre:

Byron Rene Benavides Venegas

Cedula: 100369422-9

Ibarra, a los 15 días del mes de Mayo del 2015

Byron Rene Benavides Venegas

CI: 100369422-9

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

Yo, Byron Rene Benavides Venegas, con cédula de identidad Nro. 100369422-9, 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 de la obra o trabajo de grado denominado " Diseño y construcción de una máquina cortadora de obleas para el monasterio "Corazón de Jesús" sector Bellavista – San Antonio de Ibarra ", que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital en la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma) ----- 

Nombre: Byron Rene Benavides Venegas

Cédula: 100369422-9

Byron Benavides

Ibarra, a los 15 días del mes de Mayo del 2015

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos, por brindarme el apoyo constante en miras de alcanzar mis metas.

Gracias a todos mis amigos que estuvieron conmigo y compartimos tantas aventuras, experiencias, desveladas y triunfos (aunque hayan sido pocos). Gracias a cada uno por hacer que mi estancia en la UTN fuera súper divertida y extrovertida.

Como no agradecer a mi director de tesis **Ing. Milton Gaviláñez**, quien me ayudo en todo momento, brindándome su amistad, aportando con sus conocimientos, criterios, consejos y por su valioso tiempo para una feliz culminación de este proyecto. Para ustedes mi gratitud y respeto.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

A las hermanas del monasterio “Corazón de Jesús”, por la apertura que tuvieron hacia nosotros para permitirnos desarrollar este proyecto de grado.

Byron Benavides

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico con todo amor y cariño.

A Dios y a la Virgen María, por ser mi fuerza de inspiración, por permitirme disfrutar de cada nuevo día lleno de alegrías y retos.

Con infinito amor a mis padres Marcelo y Marina, por todo el amor, cariño, comprensión y sobre todo por el apoyo brindado durante toda la vida, gracias a sus consejos permitieron que este sueño se convierta en una hermosa realidad.

A mis hermanos Javier, Mariela, Patricia y Marcela, quienes día a día me motivaron a ser un ejemplo de superación y lucha, compartiendo momentos de alegrías, tristezas, triunfos, donde siempre se ha manifestado todo el cariño que nos tenemos.

A mis sobrinos Amy, Matias y Jeray, quienes día a día me motivaron a ser un ejemplo de superación y lucha.

A mis tíos y primos que me han apoyado durante días difíciles y compartido grandes alegrías.

Para todos ellos, mi eterno agradecimiento y mi admiración.

Byron Benavides

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iv
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ANEXOS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ECUACIONES	xiv
RESUMEN	xx
ABSTRACT.....	xxi
PRESENTACIÓN.....	xxii
CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	3
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.6 ALCANCE DEL PROYECTO	4
CAPÍTULO II.....	7

2.1	INTRODUCCIÓN.....	7
2.2	LAS CORTADORAS DE OBLEAS.....	7
2.3	PROCESOS DE CORTE DE OBLEAS.....	7
2.3.1	PROCESOS MANULES.....	8
2.3.2	PROCESOS AUTOMÁTICOS.....	10
2.4	SISTEMAS QUE SE PUEDEN IMPLEMENTAR EN LOS PROCESOS DE CORTE DE OBLEAS.....	13
2.4.1	SISTEMAS MECÁNICOS.....	13
2.4.2	SISTEMAS NEUMÁTICOS	14
2.4.3	SISTEMAS ELÉCTRICOS	14
2.5	TIPOS DE MATRICES DE CORTE DE OBLEAS.....	15
2.5.1	MATRICES INDIVIDUALES DE CORTE	15
2.5.2	MATRICES UNIFORMES DE CORTE.....	16
2.5.3	MATRICES MIXTAS DE CORTE	16
2.6	DIMMER	16
2.7	SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN DE MOVIMIENTO GIRATORIO EN LINEAL	17
2.7.1	SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN DE MOVIMIENTO GIRATORIO EN LINEAL ALTERNATIVO.....	18
2.7.2	SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN DE MOVIMIENTO DE GIRATORIO EN LINEAL CONTINUO.....	19
2.8	RESORTES HELICOIDALES.....	20
2.8.1	RESORTE HELICOIDAL CILÍNDRICO DE COMPRESIÓN.....	21
2.8.2	RESORTE HELICOIDAL DE ESTAMPACIÓN.....	22
2.8.3	RESORTE HELICOIDAL CÓNICO DE COMPRESIÓN.....	22
2.8.4	RESORTE HELICOIDAL BICÓNICO DE COMPRESIÓN.....	23
2.8.5	RESORTE HELICOIDAL DE EXTENSIÓN/TRACCIÓN.....	23
2.8.6	RESORTE HELICOIDAL DE TORSIÓN	24

CAPÍTULO III.....	25
3.1 INTRODUCCIÓN.....	25
3.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA.....	25
3.2.1 DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA Y COMPONENTES DE LA MÁQUINA	25
3.2.2 DISEÑO DE ELEMENTOS Y PARTES.....	26
3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL (MECANIZACIÓN)	51
3.3.1 DETERMINACIÓN DE LA VARIABLE A CONTROLAR.....	51
3.3.2 SELECCIÓN DEL TEMPORIZADOR A UTILIZAR.....	52
3.3.3 SELECCIÓN DEL RELÉ A UTILIZAR	55
3.3.4 Métodos para variar la velocidad de un motor AC.....	57
3.3.5 DISEÑO DE LA PLACA DEL SISTEMA DE CONTROL A UTILIZAR	62
3.3.6 SELECCIÓN DEL ACTUADOR ELÉCTRICO	63
3.3.7 ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	68
CAPÍTULO IV.....	70
4.1 INTRODUCCIÓN.....	70
4.2 CONSTRUCCIÓN MECÁNICA.....	70
4.2.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	70
4.2.2 MATERIALES.....	70
4.2.3 TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	74
4.3 MONTAJE DEL SISTEMA	76
4.3.1 MONTAJE DEL SISTEMA MECÁNICO	76
4.3.2 MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y PANEL DE CONTROL.....	80
4.4 PRUEBAS DE CAMPO.....	86
4.4.1 PRUEBAS A LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS.....	86

4.4.2	PRUEBAS EN EL PROCESO DE CORTE.....	87
4.4.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	89
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES.....	93
	BIBLIOGRAFÍA.....	95
	ANEXOS	98

ANEXOS

ANEXO A Diámetros de alambres disponibles para la fabricación de resortes	98
ANEXO B. Coeficientes cálculo de la resistencia máxima a la tensión	99
ANEXO C. Limite elástico a la tensión Sys para resortes helicoidales a la compresión en aplicaciones estáticas	100
ANEXO D. Cronograma de actividades para la construcción de la máquina	101
ANEXO E. PCB del dispositivo de control máquina de corte de obleas	105
ANEXO F. Características del Motorreductor	106
ANEXO G. Alambre para resorte	107
ANEXO H. Plancha en acero inoxidable AISI 304	108
ANEXO I. Plancha de acero inoxidable AISI 430 BR	109
ANEXO J. Tubo redondo en acero inoxidable AISI 304	110
ANEXO K. Perfiles importados (ángulos)	111
ANEXO L. Platina en acero ASTM A36	112
ANEXO M. Calibres de cables según AWG	113
ANEXO N. Manual de usuario y Mantenimiento de la máquina cortadora de obleas	114
ANEXO O. Planos eléctricos de la máquina de corte de obleas	129
ANEXO P. Planos mecánicos de la máquina de corte de obleas	131

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ECUACIONES

FIGURAS

Figura 1. Luna Cúter	9
Figura 2. Cortadora manual múltiple	9
Figura 3, Cortadora manual individual	10
Figura 4. Cortadora manual con molde y cuchilla	10
Figura 5. Cortadora de formas múltiple	11
Figura 6. Cortadora de formas una a una	12
Figura 7. Cortadora de formas doble una a una	13
Figura 8. Sistemas mecánicos	14
Figura 9. Sistema neumático	14
Figura 10. Sistema eléctrico.....	15
Figura 11. Matriz individual de corte	15
Figura 12. Matriz uniforme de corte.....	16
Figura 13. Matriz mixta de corte.....	16
Figura 14. Circuito de un DIMMER.....	17
Figura 15. Sistema excéntrica-biela	18
Figura 16. Sistema cigüeñal-biela.....	18
Figura 17. Sistema biela-manivela-émbolo	19
Figura 18. Cremallera-piñón.....	19
Figura 19. Tornillo-tuerca	20
Figura 20. Cabestrante (torno).....	20
Figura 21. Resorte helicoidal de compresión con alambre redondo, cuadrado y ovalado	21
Figura 22. Resorte helicoidal de compresión enrollado a la derecha (a) y a la izquierda (b).....	21
Figura 23. Resorte helicoidal de compresión con paso uniforme y variable ...	22
Figura 24. Resorte helicoidal de estampación.....	22
Figura 25. Resorte helicoidal cónico de sección circular (a) y de sección rectangular (b).....	23
Figura 26. Resorte helicoidal bicónico de compresión.....	23
Figura 27. Resortes de extensión con diferentes tipos de ganchos.....	24
Figura 28. Resorte helicoidal de torsión simple y doble.....	24
Figura 29. Sistema biela manivela	26
Figura 30. Diagrama de cuerpo libre del sistema biela manivela	27

Figura 31. Triangulo de fuerzas BCD.....	28
Figura 32. Triangulo de fuerzas ABD.....	30
Figura 33. Viga empotrada en ambos extremos	32
Figura 34. Diagrama de cuerpo libre de la viga empotrada en ambos extremos	32
Figura 35. Diagrama de momentos cortantes.....	34
Figura 36. Diagrama de momentos flectores	35
Figura 37. Diagrama de cuerpo libre del resorte helicoidal de compresión	41
Figura 38. Diseño del temporizador en el programa de simulación.....	54
Figura 39. Diseño de la placa para el temporizador	54
Figura 40. Placa del temporizador con retardo a la activación.....	55
Figura 41. Placa de pruebas del relé de estado solido	56
Figura 42. Diseño de la placa para el relé de estado solido	57
Figura 43. Circuito del relé de estado sólido a utilizar	57
Figura 44. Control por variación de voltaje.....	58
Figura 45. Control por variación de frecuencia	58
Figura 46. Control variación de resistencia al rotor	59
Figura 47. Control de velocidad tipo v/f constante.....	59
Figura 48. Diseño del dimmer en el programa de simulación	61
Figura 49. Diseño de la placa para el dimmer	61
Figura 50. Circuito del Dimmer a utilizar	61
Figura 51. Circuito del sistema de control.	62
Figura 52. Circuito de control de la máquina de corte de obleas.....	63
Figura 53. Aspecto exterior del motorreductor de corriente alterna.....	68
Figura 54. Montaje de la estructura, canaleta de deslizamiento y porta base de soporte de los ejes.....	77
Figura 55. Montaje del porta matriz de corte, mulles, ejes, matriz de corte, y protección mecánica	78
Figura 56. Montaje de la barra de agarre de los ejes, motorreductor y sistema biela manivela	79
Figura 57. Montaje de las paredes y puerta	80
Figura 58. Alimentación del tablero de control.....	81
Figura 59. Vista interna del gabinete del tablero de control	82
Figura 60. Vista externa del gabinete del tablero de control	83
Figura 61. Ubicación del tablero de control.....	84
Figura 62. Distribución de elementos.....	84
Figura 63. Conexiones internas en el tablero de control	85

Figura 64. Cableado del motorreductor	86
Figura 65. Pruebas de continuidad en los elementos	86
Figura 66. Prueba de alimentación del tablero de control	87
Figura 67. Calibración de la velocidad de la matriz de corte	88
Figura 68. Proceso de corte de láminas de obleas.....	88
Figura 69. Producto obtenido del proceso de corte.....	88

TABLAS

Tabla 1. Descripción de medidas y material a utilizar	40
Tabla 2. Especificaciones para el diseño del resorte helicoidal.....	51
Tabla 3. Características del Motorreductor de corriente alterna	68

ECUACIONES

Ecuación (3.1) Sumatoria de momentos en el punto A.....	27
Ecuación (3.2) Relación de fuerzas del Triangulo BCD	28
Ecuación (3.3) Relación de fuerzas del Triangulo ABD	30
Ecuación (3.4) Esfuerzo normal promedio en la manivela BC.....	31
Ecuación (3.5) Esfuerzo normal promedio en la biela AB.....	31
Ecuación (3.6) Reacciones en el punto A y B.....	32
Ecuación (3.7) Momento cortante AC.....	33
Ecuación (3.8) Momento cortante CB.....	33
Ecuación (3.9) Momento flector AC.....	34
Ecuación (3.10) Momento flector CB.....	35
Ecuación (3.11) Momento de empotramiento perfecto en el punto A	36
Ecuación (3.12) Momento de empotramiento perfecto en el punto B	36
Ecuación (3.13) Momento máximo de empotramiento perfecto en el punto C.....	37
Ecuación (3.14) Deformación elástica AC.....	37
Ecuación (3.15) Deformación elástica CB.....	38
Ecuación (3.16) Deformación elástica máxima.....	39
Ecuación (3.17) Diámetro medio de la espira.....	41
Ecuación (3.18) Factor de cortante directo.....	41
Ecuación (3.19) Esfuerzo cortante en la espira en la fuerza más elevada.....	42
Ecuación (3.20) Resistencia máxima a la tensión.....	43
Ecuación (3.21) Límite elástico a la tensión.....	44
Ecuación (3.22) Factor de seguridad – fluencia estática.....	44
Ecuación (3.23) Tasa de resorte o constante de resorte.....	45
Ecuación (3.24) Tasa de resorte.....	45
Ecuación (3.25) Número de espiras totales.....	46
Ecuación (3.26) Altura cerrada.....	47
Ecuación (3.27) Deflexión inicial.....	47
Ecuación (3.28) Holgura de golpe.....	48
Ecuación (3.29) Longitud libre.....	48
Ecuación (3.30) Diámetro de espiras interiores.....	49
Ecuación (3.31) Diámetro de espiras exterior.....	50
Ecuación (3.32) Peso total del resorte.....	50
Ecuación (3.33) Tiempo de trabajo.....	52
Ecuación (3.34) Torque.....	63

Ecuación (3.35) Resistencia de corte de la lámina de oblea.....	64
Ecuación (3.36) Fuerza de corte (Guillotinas pequeñas).....	65
Ecuación (3.37) Fuerza de corte (Guillotinas grandes)	65
Ecuación (3.38) Potencia del motorreductor.....	66

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE
OBLEAS PARA EL MONASTERIO “CORAZÓN DE JESÚS” SECTOR
BELLAVISTA – SAN ANTONIO DE IBARRA**

Autor: Byron Benavides

Tutor: Ing. Milton Gaviláñez

RESUMEN

El trabajo que se detalla a continuación se fundamenta en una iniciativa innovadora y tecnológica para proponer una solución alternativa a los problemas que presentan los conventos que se dedican a la producción de hostias, debido a que usan tecnología inadecuada, que debido al paso del tiempo ya ha quedado obsoleta y sin uso. Este proyecto promueve el adecuado manejo de los recursos económicos en la producción de hostias, incluyendo tecnología fácil de aplicar al proceso de producción, a si como contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de las hermanas de los conventos y a la economización de los recursos. El objetivo de este trabajo de investigación es diseñar y construir una máquina de corte de obleas, con un sistema de control mecanizado para la generación de las hostias a partir del corte de la lámina de obleas. La máquina constará de un sistema de control y dos sistemas mecánicos que ayudarán para que la matriz de corte realice un proceso de corte óptimo. Esta máquina de corte de obleas tiene la capacidad de cortar una sola lámina de oblea a la vez, con una capacidad de corte de 25 hostias pequeñas con un diámetro de 3,81cm y 2 grandes con un diámetro de 7,5 cm. La presente tesis consiste en el “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE OBLEAS PARA EL MONASTERIO “CORAZÓN DE JESÚS” SECTOR BELLAVISTA – SAN ANTONIO DE IBARRA”, para aplicación en la pequeña industria.

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MACHINE FOR CUTTING OBLEAS
"CORAZON DE JESUS" MONASTERY FROM BELLAVISTA - SAN
ANTONIO DE IBARRA**

Author: Byron Benavides

Tutor: Ing. Milton Gavilánez

ABSTRACT

This work is based on an innovative technology initiative to propose an alternative solution to the problems presented in convents, which are engaged in the production of wafers, because they use inappropriate technology, due to the passage of time and it is obsolete and unused. This project promotes the proper management of economic resources in the production of wafers, including easy technology to apply to the production process, whether as contributing to improve the quality of life of the nuns of the convents and economization of resources. The objective of this research is to design and build a wafer cutting machine with a mechanized control system for the generation of the hosts cut from the sheet wafers. The machine will have a machine control system and two mechanical systems that help to array the cut optimum cutting process. This wafer cutting machine is capable of cutting a single sheet of wafer at a time, with a cutting capacity of 25 little "hostias" with a diameter of 3,81cm and 2 large with a diameter of 7.5 cm. This thesis consists of "DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MACHINE FOR CUTTING OBLEAS" CORAZON DE JESUS "MONASTERY FROM BELLAVISTA - SAN ANTONIO DE IBARRA " for the application in small industries.

PRESENTACIÓN

El proyecto de la máquina de corte de obleas con un sistema de control mecanizado para la producción de hostias a partir de la materia prima adecuada en el monasterio “Corazón de Jesús” sector Bellavista – San Antonio de Ibarra, está estructurado de cuatro capítulos: Análisis de la problemática sobre la situación actual, conceptos generales y aspectos intervinientes en el proceso de corte de obleas, diseño de la máquina, diseño del sistema de control, montajes de las partes que componen la máquina, pruebas de campo, conclusiones y recomendaciones.

En el primer capítulo se realiza el análisis de la problemática de la situación actual referente a la producción de hostias en el monasterio y la necesidad de producir hostias de una manera más eficiente, reduciendo pérdidas de recursos, así como los objetivos de la investigación, el alcance, justificación del proyecto

El segundo capítulo describe el fundamento teórico y la información necesaria acerca de los procesos que se pueden realizar, y también de los sistemas que se pueden implementar para realizar el proceso de corte de obleas.

El tercer capítulo presenta el diseño tanto de la estructura mecánico, como del sistema de control, detallando los parámetros utilizados y requerimientos necesarios para el funcionamiento.

En el cuarto capítulo se procede a la construcción, montaje y pruebas de campo, de la máquina cortadora de obleas, en la producción de hostias.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL

Uno de los problemas más evidentes que ha existido durante años y que enfrenta la mayoría de los conventos que se dedican a la producción de hostias, es la falta de equipos adecuados para su producción, debido a los elevados precios que estas máquinas pueden bordear en el mercado. Esto ha generado problemas graves como la pérdida de materia prima, recursos y lo más importante que el producto terminado no tenga un buen acabado.

En la actualidad, debido a la demanda que tienen las hermanas del monasterio "Corazón de Jesús" por las hostias. Nace la necesidad de desarrollar un proceso de producción de hostias más eficientes, para poder contribuir a solucionar la demanda por parte de las iglesias para dicho producto. La iniciativa es innovadora ya que ayudaremos a mejorar la calidad de vida de las hermanas de este monasterio, ya que dependen primordialmente de la producción de hostias como un medio de ingreso.

La forma en que se venía realizando el proceso de producción de obleas en el pasado eran inadecuado para el proceso de producción en el presente, de ahí nace la idea de realizar un sistema de producción de obleas más eficiente, el cual se conforma de: máquina de cocción, máquina de humidificación y máquina cortadora de obleas, basado en el concepto de sustentabilidad: "El Desarrollo Sustentable satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades" (Informe Nuestro Futuro Común NN.UU., 1987).

1.2 ANTECEDENTES

El avance de la ciencia y la tecnología han obligado a que los monasterios que se dedican a la producción de hostias, se hayan visto en la necesidad de que las máquinas y sistemas alternativos que utilizaban, sean remplazados por máquinas mecanizadas para una mayor eficiencia al momento de terminar un producto.

Como se ha podido observar el desgaste de las partes en los mecanismos de corte alternativos conllevan a un desgaste rápido y pérdida de tiempo en el proceso, lo que no sucede en los sistemas mecanizados, los cuales necesitan de menos mantenimiento y son de rápida reposición.

En la actualidad los procesos de corte que se vienen empleando en los algunos conventos que se dedican a la producción inadecuado, debido al paso del tiempo; es por eso la necesidad de desarrollar una máquina más eficiente y que este de acorde con los avances de la tecnología.

El presente proyecto permitirá reducir la mano de obra, el tiempo de producción y mejorar la calidad del producto respecto al que se lo obtiene manualmente.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las hermanas del monasterio “Corazón de Jesús” se han caracterizado por elaborar hostias, siendo este un sustento de fe religiosa y de subsistencia. Actualmente las hermanas del monasterio han dejado de realizar la producción de hostias; debido a que sus máquinas quedaron obsoletas y sus características de funcionamiento son inadecuadas. La elaboración de hostias se realiza mediante tres procesos que son: cocción, humectación y corte de obleas.

El tercer proceso en la elaboración de hostias es el de corte, este proceso lo venían realizando en forma manual; debido a esto surge necesidad de diseñar una máquina cortadora de obleas, que permitan evitar la pérdida de materia prima, y mejoren producción y calidad, durante este proceso. Aspectos que se han venido produciendo en el pasado y en la actualidad en el monasterio “Corazón de Jesús.

En la producción de hostias, el tiempo es de suma importancia, pues depende de varios factores como la preparación de la masa, cocción, humectación y sobre todo de la eficiencia de la máquina de corte. Al mejorar los parámetros de la máquina de corte de obleas, se aumentará la producción de las hostias, evitando que se rompan o trisen y disminuir la pérdida de materia prima

Este trabajo de grado se enfoca en utilizar una matriz de corte, con un sistema muelle de compresión y el control de la velocidad de la matriz de corte de la máquina, durante todo el periodo productivo, para así, aumentar la producción de hostias, y optimizar los recursos, mediante la utilización de un sistema de corte más eficiente.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Incrementar la producción de hostias en el monasterio “Corazón de Jesús” sector Bellavista – San Antonio de Ibarra, mediante la construcción de la máquina de corte de obleas.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Analizar los parámetros que influyen sobre la velocidad de la matriz de corte de la máquina, para su control y mecanización.
- Diseñar un sistema que permita controlar el encendido y velocidad de la matriz de corte de la máquina, para reducir la pérdida de materia prima debido a la ruptura y trizamiento.
- Implementar el sistema diseñado en la máquina de corte de obleas, para el mejoramiento de la calidad en la producción.
- Calibrar de la velocidad del sistema una vez que se haya puesto en funcionamiento la máquina.
- Realizar un manual de uso y mantenimiento de la máquina.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La finalidad de construir esta máquina cortadora de obleas, se debe a que actualmente el corte de hostias se realiza manualmente lo cual implica mucho tiempo, es por eso la necesidad de implementar un sistema

mecanizado, para reducir el tiempo y evitar que las hostias salgan con fisuras o trisamientos. Al reducir esto se generaría una mayor ganancia y se le daría un valor agregado al producto.

La necesidad de mecanizar la máquina para cortar obleas, es una alternativa tecnológica e innovadora, pues pretende aumentar la producción de hostias y de reducir la pérdida de recursos económicos y materiales.

La máquina de corte de obleas, es una componente funcional y muy importante en el proceso de producción de hostias. Si no existiera esta máquina, no serviría de nada tener el proceso de cocción y humectación, ya que lo que se pretende es producir hostias, la necesidad de mecanizar la máquina de corte de obleas, para generar una mayor producción, evitar la pérdida de tiempo y recurso.

La matriz de corte es un componente funcional en la máquina de corte de obleas, pues es la encargada de realizar el corte, al sincronizar dicha componente con el sistema, se ayuda a que la máquina sea más eficiente en la producción de hostias.

El sistema tiene la ventaja de ser rentable, ya que su función principal es de controlar la velocidad de corte de la matriz de la máquina, de una manera eficiente. El sistema está construido con la finalidad de elegir un control de proceso óptimo, que resulte económico y factible.

El nuevo sistema que se implementa busca la vinculación con la colectividad, aportando así al desarrollo de su ambiente de trabajo y la calidad de vida de las hermanas del monasterio “Corazón de Jesús”.

1.6 ALCANCE DEL PROYECTO

La máquina cortadora de obleas se fabrica con acero inoxidable las partes que estén en contacto con las obleas y las hostias, ya que este es altamente resistente a la suciedad y corrosión, con un excelente factor de higiene, limpieza determinante para trabajar en contacto con láminas de obleas humedecidas.

Mediante la implementación del sistema a la máquina cortadora para la producción de hostias, se optimiza la calidad y producción de la misma. El sistema de mecanización se realiza a través de un dispositivo programable.

En la matriz de corte se compone de veinticinco guillotinas pequeñas con un diámetro de corte de 3.5cm a 3.9 cm en la parte izquierda y dos guillotinas grandes con un diámetro de corte de 7.5cm en la parte derecha; ya que la matriz de corte que se emplea para este proceso es una matriz mixta de acero inoxidable.

El accionamiento del sistema consta con las debidas protecciones mecánicas y electrónicas para su funcionamiento, esto con el fin de evitar que existan accidentes por negligencia del operario. Además constará de un sistema muelle de compresión y un sistema biela manivela que será el encargado de realizar que la matriz de corte trabaje en forma perpendicular a la lámina de obleas.

La entrada de las láminas de obleas hacia la máquina es de forma horizontal, ya que la máquina tiene su debida protección mecánica; para que no existan accidentes por el operario.

Al momento que realiza el corte de la lámina de obleas, las hostias caerán hacia una canaleta en la parte inferior de la placa de soporte; en la cual las hostias se deslizarán y caerán hacia una tina ubicada en la parte de afuera de la máquina.

La máquina solo puede cortar una lámina de obleas de 21cm de ancho x 30cm de largo a la vez, ya que los parámetros de corte están previamente establecidos. Además se podrá cortar láminas que estén por debajo de las medidas establecidas, debido a que en el proceso de cocción o humectación puede haber ruptura de las láminas de obleas.

La alimentación para que la máquina funcione será con 110 voltios en corriente alterna

La máquina no realiza los siguientes procesos de corte:

No realiza diámetros de corte superiores e inferiores a los parámetros previamente establecidos, ya que se ajusta a los parámetros de la plancha establecidos en la máquina de cocción.

No realiza cortes de láminas de obleas que excedan las medidas establecidas anteriormente, ya que las planchas no podrán ingresar hacia la matriz de cortes, debido a los parámetros tomados de la máquina de cocción.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL O TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe una breve explicación de los tipos de máquinas de corte de obleas utilizadas para el proceso de corte, también los sistemas a utilizar para el funcionamiento de dichas máquinas y lo más elemental el tipo de matriz de corte a utilizar en un proceso de corte de obleas.

En este capítulo se describe la fundamentación teórica necesaria para la realización del presente trabajo de investigación.

2.2 LAS CORTADORAS DE OBLEAS

Las cortadoras de obleas son máquinas especiales, utilizadas solo para cortar obleas y tener un producto terminado como son las hostias.

Las máquinas cortadoras de obleas que se fabrican en la actualidad obedecen a la necesidad que tienen las personas dedicadas a la producción de hostias, ya que existen algunas tipos de matrices de corte que se puede implementar a estas máquinas y así poder ayudar a que las persona que estén dedicadas a la producción de hostias se sientan conformes con las máquinas que tienen.

2.3 PROCESOS DE CORTE DE OBLEAS

Los procesos de corte que a continuación se presentan son los más utilizados por las personas que se dedican a la producción de hostias, también son los que más fácilmente se los puede encontrar en el mercado, ya que las máquinas empleadas en estos procesos son las que más se fabrican por las empresa dedicadas a la fabricación de esos equipos; porque se adaptan a las necesidades que presentan las personas dedicadas a la producción de hostias.

A continuación se presenta los dos procesos de corte empleados para la fabricación de hostias:

- Procesos manuales.
- Procesos automáticos.

2.3.1 PROCESOS MANULES

Los procesos de cortes manuales son aquellos procesos que no interfiere ningún tipo de control electrónico o neumático, ya que solo se utilizan sistemas mecánicos para realizar el corte de obleas.

En este proceso de corte si no se tiene una humectación adecuada al momento de realizar el corte de la lámina de obleas, se tiene un producto terminado como son las hostias con defectos, en algunos casos la pérdida del producto y también perdida completa de toda la lámina de obleas por trisamientos involuntarios al momento que se está realizando el corte.

Los procesos de corte manual que existen en el mercado son variados, y muy útiles en algunos lugares que se dedican a la producción de hostias debido a los bajos costos que tiene estas máquinas en el mercado.

A continuación se menciona algunos procesos utilizados en el proceso manual de corte de obleas.

2.3.1.1 Luna cúter

Es una cortadora manual de obleas que solo realiza el corte de una sola hostia a la vez, es utilizada para cortar las hostias para sacerdotes; ya que tiene un diámetro de corte de 7.5 cm como se ve en la figura 1, la hostia que se obtiene al momento de realizar el proceso de corte es utilizada por los sacerdotes en una eucaristía al momento de la consagración del pan y el vino.



Figura 1. Luna Cúter

Fuente: <http://www.kissing-menden.com/espanol/máquina-de-hacer-hostias/forma-manual.htm>

2.3.1.2 Cortadora manual múltiple

Esta máquina de cortar hostias, robusta y comprobada larga vida, funciona sin motor auxiliar, pudiendo utilizarse independientemente del suministro de corriente.

El pastel de hostias se introduce con ambas manos entre los cuchillos. Con el pie se presiona ligeramente sobre el pedal lo que obliga a la actuación del mecanismo de corte de las hostias. Estas en seguida caerán en una gaveta, como a continuación se ilustra en la figura 2.



Figura 2. Cortadora manual múltiple

2.3.1.3 Cortadora manual individual

Este proceso de corte manual realiza el corte de una sola lámina de oblea a la vez como se ilustra en la figura 3 y se obtiene una sola hostia en cada corte realizado. Este proceso es un poco demoroso por qué no se corta toda

la lámina de obleas a la vez, como en otro proceso que se realiza un corte uniforme de toda la lámina disminuyendo el tiempo de corte.



Figura 3, Cortadora manual individual

2.3.1.4 Cortadora manual con molde y cuchilla

Este es el proceso de corte de obleas mas difícil y demoroso, ya que al momento que se está cortando se puede perder toda la lámina de obleas a la vez y también el producto que se obtendrá al acabar de corta como es la hostia debido a trisamientos y rupturas involuntarias. Como se ilustra en la figura 4 se utiliza un molde y una cuchilla, la cuchilla debe tener un filo de corte adecuado caso contrario no se podrá realizar el corte en la lamina de obleas y tampoco se tendrá la hostia.



Figura 4. Cortadora manual con molde y cuchilla

2.3.2 PROCESOS AUTOMÁTICOS

Los procesos de corte automático son muy utilizados cuando se quiere tener un nivel de producción sumamente grade para cubrir la demanda de las hostias en el mercado. En estos procesos de corte automático ya se mezclan algunos sistemas como son: neumáticos, eléctricos y mecánicos;

con la fusión de estos sistemas se puede conseguir un nuevo sistema capaz de reducir el tiempo de corte y también que sea más eficiente al momento de cortar la lamina de obleas para tener un producto terminado de optimas condiciones como son las hostias sin ninguna ruptura o trizamiento.

2.3.2.1 Cortadora de formas múltiple

Esta provista de un troquel múltiple y puede cortar de una sola vez las hostias al diámetro requerido en toda la superficie de una hoja de 30 x 21 cm. Estas medidas están especialmente adaptadas para el corte en una sola secuencia de las hojas producidas por las máquinas.

Máquina especialmente diseñada para el corte rápido de las hostias pequeñas. Bajo pedido se pueden construir troqueles mezclando hostias grandes y pequeñas a la vez. En ambos casos se consigue aprovechar el panel al máximo.

La hoja se coloca en una bandeja de alimentación y se coloca en la posición de corte. Al accionar un pulsador, el troquel efectúa el corte de toda la oblea y separa las hostias cortadas del recorte sobrante, cayendo las primeras por una rampa donde pueden ser recogidas en un recipiente que se habilite para ello.

Debido a la rapidez de corte y sistema de troqueles, las hostias obtenidas tienen una buena presentación, a la vez que la producción es muy elevada y con el mínimo esfuerzo físico, a continuación se puede ver la máquina en la figura 5.



Figura 5. Cortadora de formas múltiple

Fuente: Formas Giménez página 9.

2.3.2.2 Cortadora de formas una a una¹

Máquina de sobremesa diseñada para el corte de las hostias de una en una. Funcionamiento con pedal de pie para dejar las manos libres para poder realizar el centrado de la hostia. Este pedal acciona el motor de la máquina realizando el corte automáticamente, como se ilustra en la figura 6.

Dispone de dos troqueles separados. Uno para el corte de las hostias grandes y otro para el corte de las hostias pequeñas. Estos troqueles se intercambian fácilmente para cortar en cada momento al tamaño deseado.

Los troqueles llevan protección para los dedos.

El diámetro mayor de corte es de 90mm.

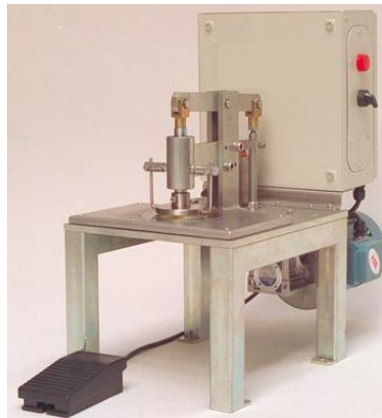


Figura 6. Cortadora de formas una a una

Fuente: Formas Giménez página 7.

2.3.2.3 Cortadora de formas doble una a una²

Máquina diseñada para el corte de las hostias de una en una. Dispone de dos troqueles separados. Desde un lado se cortan las hostias grandes y desde el otro lado se cortan las hostias pequeñas. Funcionan con motores separados para poder trabajar dos personas a la vez, como se ilustran en la figura 7.

Los troqueles llevan protección de dedos y la subida y bajada del troquel se acciona con un pedal de pie. Esto permite no tener que soltar las manos para cortar con lo cual se aumenta mucho la rapidez.

¹ Formas Giménez página 7.

² Formas Giménez página 8.

Los dos motores se pueden ajustar a diferentes velocidades de trabajo adaptándose a cada persona. Cuanta más experiencia se tiene al trabajar, más se puede aumentar la velocidad de la máquina.

Amplitud en la superficie de la mesa de trabajo para una colocación cómoda del pan al cortar.

El diámetro mayor de corte es de 90mm.

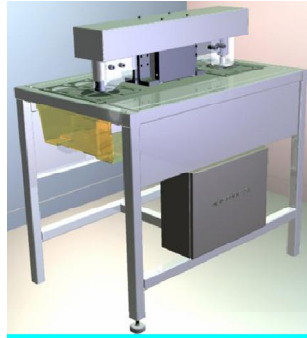


Figura 7. Cortadora de formas doble una a una

Fuente: Formas Giménez página 8.

2.4 SISTEMAS QUE SE PUEDEN IMPLEMENTAR EN LOS PROCESOS DE CORTE DE OBLEAS

Los tipos de sistemas que se pueden implementar en estas máquinas de corte de obleas son variados y con la unión de algunos de estos sistemas también se pueden realizar sistemas de corte de obleas más eficientes a la hora del trabajo, como son los que a continuación se mencionan.

2.4.1 SISTEMAS MECÁNICOS

Los sistemas mecánicos son sistemas fáciles y sencillos, que a la hora de usarles facilitan el uso de estas máquinas de corte de obleas hacia el operario. También son sistemas que utilizan mecanismos de corte muy sencillos y su mantenimiento es sencillo y barato a la hora de hacer un mantenimiento de dicha máquina de corte de obleas, a continuación se ilustra en la figura 8. Un sistema mecánico sumamente fácil para una máquina de corte de estas características



Figura 8. Sistemas mecánicos

2.4.2 SISTEMAS NEUMÁTICOS

Los sistemas neumáticos que se implementan para las máquinas cortadoras de obleas son sistemas fáciles de usar, pero tienen un elevado precio de operación ya que necesitan una fuente alternativa de energía como es el aire comprimido y otros elementos neumáticos de mucha utilidad, para el accionamiento de todo el sistema neumático. También necesita un sistema de control electrónico capaz de activar al sistema neumático al momento de presionar el pulsador y al momento de desactivar el pulsador el sistema debe desactivarse completamente. A continuación se ilustra en la figura 9 una máquina de corte de obleas constituida con un sistema neumático.

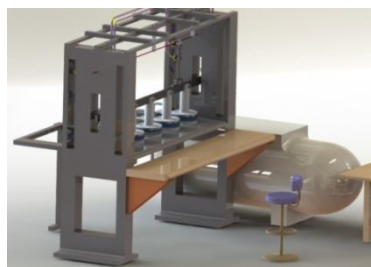


Figura 9. Sistema neumático

2.4.3 SISTEMAS ELÉCTRICOS

Los sistemas eléctricos que se implementan en las máquinas cortadoras de obleas constan de un motorreductor o motor de corriente alterna como se ilustra en la figura 10 acoplado a un sistema mecánico de transmisión de movimiento, para que dicho sistema funcione adecuadamente, también

constan de un sistema de control electrónico que sirve para activar y desactivar el funcionamiento de la máquina cortadora de obleas.



Figura 10. Sistema eléctrico

2.5 TIPOS DE MATRICES DE CORTE DE OBLEAS

Las matrices de corte están compuestas por guillotinas con un filo de corte óptimo para evitar que al momento de realizar el proceso de corte, el producto a cortar salga con defectos.

Las matrices de corte que se pueden implementar para los procesos de corte de obleas, obedecen a las necesidades presentadas por las personas que se dedican a la producción de hostias.

A continuación se presentan algunas de las matrices de corte utilizadas para el corte de obleas:

2.5.1 MATRICES INDIVIDUALES DE CORTE

Las matrices individuales de corte son aquellas matrices que sirven para cortar una sola hostia a la vez como se presenta en la figura 11.

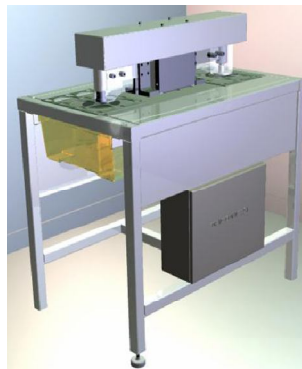


Figura 11. Matriz individual de corte

Fuente: Formas Giménez página 8.

2.5.2 MATRICES UNIFORMES DE CORTE

Las matrices uniformes de corte son aquellas matrices que sirven para cortar una lámina de obleas a la vez, con un diámetro de corte uniforme para toda la matriz y puede cortar desde dos hostias hasta un límite máximo de 50 hostias como se presenta en la figura 12.



Figura 12. Matriz uniforme de corte

2.5.3 MATRICES MIXTAS DE CORTE

Las matrices mixtas de corte son aquellas matrices que sirven para cortar una lámina de obleas a la vez, con un diámetro de corte variable ya que puede estar compuesta por guillotinas pequeñas de corte y guillotinas grandes de corte como se presentan en la figura 13.



Figura 13. Matriz mixta de corte

2.6 DIMMER

Un dimmer o regulador sirve para regular la potencia en un motor de corriente alterna, con el fin de variar la velocidad del motor y poder aumentar o disminuir el número de revoluciones por minuto. También sirve para regular la energía en uno o varios focos, con el fin de variar la

intensidad de la luz que emiten (siempre y cuando las propiedades de la lámpara lo permitan).

A continuación podemos observar en la figura 14, el circuito de un dimmer muy utilizado para el control de la velocidad de un motor.

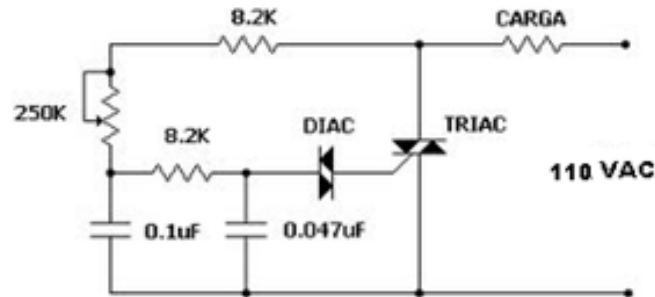


Figura 14. Circuito de un DIMMER

El sistema de variación de la velocidad del motor que se implementa en la máquina de corte de obleas, obedece a las características de diseño, ya que comúnmente este diseño de circuito es muy utilizado para el control de la velocidad de motores monofásicos que no sobrepasen una corriente de arranque de 40 amperios, porque si sobrepasa este rango de corriente el circuito quedaría inservible.

También su costos de fabricación es económico, si lo comparamos con un variador de frecuencia industrial que lo podemos encontrar en el mercado a precios sumamente elevados; lo que se pretende es economizar recursos por eso la necesidad de utilizar este circuito.

2.7 SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN DE MOVIMIENTO GIRATORIO EN LINEAL³

Los sistemas de transformación de movimiento giratorio en lineal son mecanismos que transforma un movimiento circular en un movimiento de traslación, o viceversa.

³ Parte III: Mecanismos para transmisión de movimientos.

2.7.1 SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN DE MOVIMIENTO GIRATORIO EN LINEAL ALTERNATIVO

2.7.1.1 Sistema excéntrica-biela

Permite convertir el movimiento giratorio continuo de un eje en uno lineal alternativo en el pie de la biela. También permite el proceso contrario: transformar un movimiento lineal alternativo en giratorio (aunque para esto tienen que introducirse ligeras modificaciones que permitan aumentar la inercia de giro), ver en la figura 15.

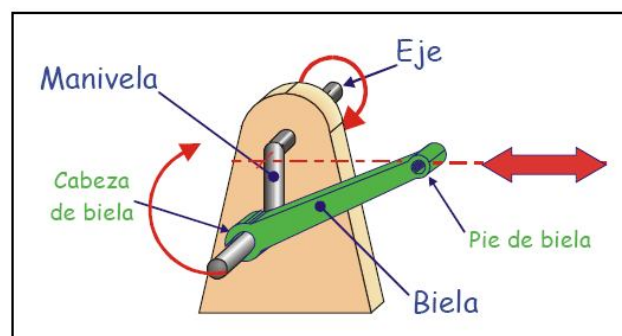


Figura 15. Sistema excéntrica-biela

Fuente: Parte III: Mecanismos para transmisión de movimientos.

2.7.1.2 Sistema cigüeñal-biela

Es un mecanismo derivado de la biela-manivela. Permite conseguir que varias bielas se muevan de forma sincronizada con movimiento lineal alternativo a partir del giratorio que se imprime al eje del cigüeñal, o viceversa, ver en la figura 16.

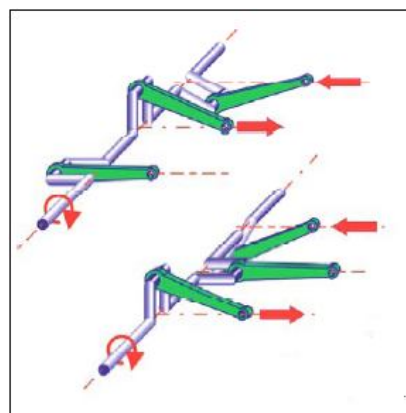


Figura 16. Sistema cigüeñal-biela

Fuente: Parte III: Mecanismos para transmisión de movimientos.

2.7.1.3 Sistema biela-manivela-émbolo

Permite obtener un movimiento lineal alternativo perfecto a partir de uno giratorio continuo, o viceversa, ver en la figura 17.

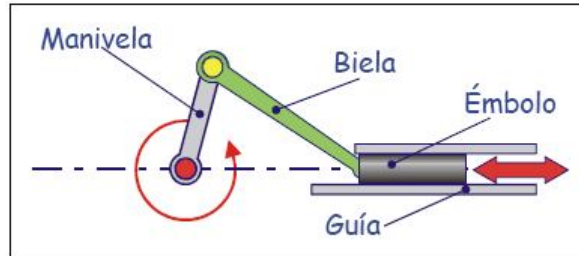


Figura 17. Sistema biela-manivela-émbolo

Fuente: Parte III: Mecanismos para transmisión de movimientos.

El giro de la manivela provoca el movimiento de la biela y, consecuentemente, el desplazamiento lineal alternativo del émbolo.

2.7.2 SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN DE MOVIMIENTO DE GIRATORIO EN LINEAL CONTINUO

2.7.2.1 Cremallera-piñón

Permite convertir un movimiento giratorio en uno lineal continuo, o viceversa, ver en la figura 18.

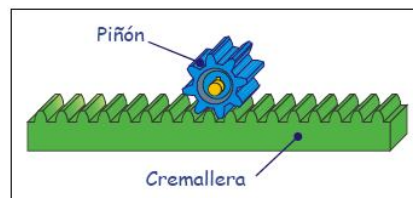


Figura 18. Cremallera-piñón

Fuente: Parte III: Mecanismos para transmisión de movimientos.

2.7.2.2 Tornillo-tuerca

Permite convertir un movimiento giratorio en uno lineal continuo, ver en la figura 19.

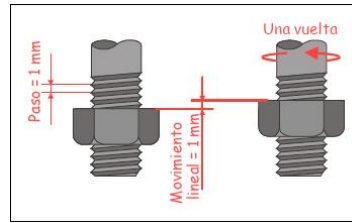


Figura 19. Tornillo-tuerca

Fuente: Parte III: Mecanismos para transmisión de movimientos.

Este mecanismo se puede plantear de dos formas básicas:

- Un tornillo de posición fija (no puede desplazarse longitudinalmente) que al girar provoca el desplazamiento de la tuerca.
- Una tuerca fija (no puede girar ni desplazarse longitudinalmente) que produce el desplazamiento del tornillo cuando este gira.

2.7.2.3 Cabestrante (torno)

Permite convertir un movimiento giratorio en uno lineal continuo, o viceversa, ver en la figura 20.

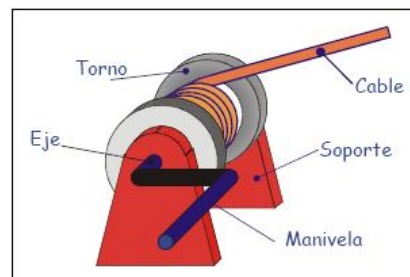


Figura 20. Cabestrante (torno)

Fuente: Parte III: Mecanismos para transmisión de movimientos.

El funcionamiento consiste en que, cuando giramos la manivela, gira con ella el cilindro, lo que hace que el cable se enrolle a su alrededor (o se desenrolle, según el sentido de giro del torno) y ello provoque el desplazamiento lineal de su extremo libre.

2.8 RESORTES HELICOIDALES

Son elementos elásticos que, bajo la acción de una fuerza exterior, pueden sufrir grandes deformaciones y al cesar dicha fuerza exterior desaparece la deformación.

- Limitan efectos de choques, sacudidas, etc.
- Aseguran el contacto entre dos piezas de un mecanismo
- Aceleran movimientos que necesitan gran rapidez
- Múltiples aplicaciones extras: suspensiones de automóviles, dinamómetros, relojes, etc.

2.8.1 RESORTE HELICOIDAL CILÍNDRICO DE COMPRESIÓN

Este tipo de resorte es de uso general, utilizándose en válvulas, engrasadores, amortiguadores, etc. Está formado por un hilo de acero de sección redonda, cuadrada u ovalada (Figura 21), enrollado en forma de hélice cilíndrica a la izquierda o a la derecha (Figura 22), y a su vez con paso uniforme o variable (Figura 23).



Figura 21. Resorte helicoidal de compresión con alambre redondo, cuadrado y ovalado

Fuente: <http://www.resortesaraya.cl/productos.php?op=GaleriasVer&gid=25>

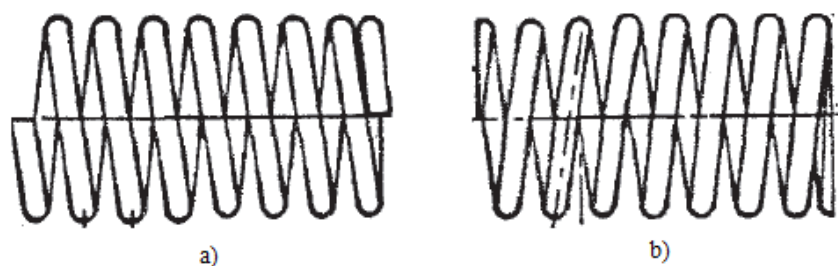


Figura 22. Resorte helicoidal de compresión enrollado a la derecha (a) y a la izquierda (b)

Fuente: <http://www.resortesaraya.cl/productos.php?op=GaleriasVer&gid=25>

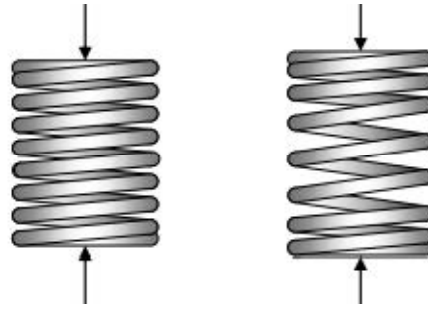


Figura 23. Resorte helicoidal de compresión con paso uniforme y variable

Fuente: <http://www.resortesaraya.cl/productos.php?op=GaleriasVer&gid=25>

2.8.2 RESORTE HELICOIDAL DE ESTAMPACIÓN

Están fabricados según la norma ISO 10243 que define, diámetro, longitud y fuerza. Igualmente esta misma norma también define cuatro series de muelles que siendo de mismas dimensiones y por tanto intercambiables, ofrecen valores de carga de menor a mayor.

Estas cuatro series vienen identificadas por colores (Figura 24), para simplificar su selección. (Verde = ligero; azul = media; rojo = fuerte; amarillo = extrafuerte). También existe una quinta serie súper fuerte (marrón) que conservando las dimensiones de las otras cuatro series, ofrece valores de carga hasta cuatro veces superiores a las de la serie más fuerte.



Figura 24. Resorte helicoidal de estampación

Fuente: <http://www.logismarket.com.mx/cesehsa/partes-para-troquelado-y-estampado/2313844430-1929219521-p.html>

2.8.3 RESORTE HELICOIDAL CÓNICO DE COMPRESIÓN

El comportamiento de un resorte cónico de compresión de paso constante no es proporcional. La fuerza desarrollada para un determinado desplazamiento es mayor comparado con un resorte cilíndrico de diámetro igual al medio entre el mayor y el menor, manteniendo invariables las demás dimensiones

Se puede distinguir entre dos tipos de resortes cónicos: de sección circular y de sección rectangular o de llanta (Figura 25)

Este tipo de resorte se emplea principalmente para amortiguar fuerzas de choque de gran intensidad en un corto recorrido.

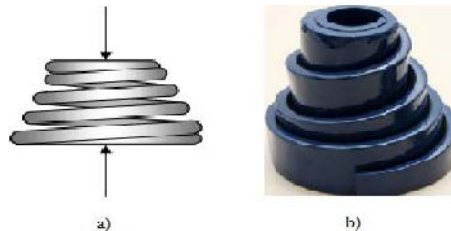


Figura 25. Resorte helicoidal cónico de sección circular (a) y de sección rectangular (b)

Fuente: <http://www.mecapedia.uji.es/resorte.htm>

2.8.4 RESORTE HELICOIDAL BICÓNICO DE COMPRESIÓN

El comportamiento de un resorte bicónico de compresión se puede aproximar a dos resortes cónico que montados en serie forme la configuración del bicónico, con el diámetro exterior menor en los extremos y mayor en el centro. Una característica importante de este tipo de resortes es que tienden a minimizar el efecto de resonancia y de vibraciones.

Los resortes bicónicos se pueden encontrar de dos formas: con forma de barril o de reloj de arena. (Figura 26).

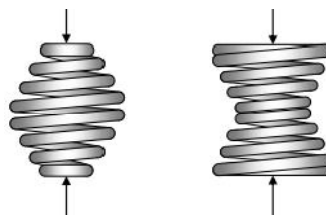


Figura 26. Resorte helicoidal bicónico de compresión

Fuente: <http://www.mecapedia.uji.es/resorte.htm>

2.8.5 RESORTE HELICOIDAL DE EXTENSIÓN/TRACCIÓN

Un resorte helicoidal cilíndrico de extensión ejerce la acción hacia su interior, oponiéndose a una fuerza exterior que trata de estirarlo en la dirección de su eje.

Los más comunes serían: ganchos de centros cruzados; extremos reducidos con ganchos pivotantes; ganchos extendidos para maquinaria; ganchos estándar para maquinaria; barras con ganchos; ganchos expandidos; extremos rectangulares; extremos en forma de gota; inserciones roscadas; ganchos en forma de “V”. (Figura 27).



Figura 27. Resortes de extensión con diferentes tipos de ganchos

Fuente: <http://www.tornillosytuercasespecialesdqro.com/2013/10/fabricacion-de-resortes-especiales.html>

2.8.6 RESORTE HELICOIDAL DE TORSIÓN

Un resorte helicoidal de torsión se deforma al ser sometido por sus extremos a un par de fuerzas perpendiculares a su eje. Está formado por un hilo de acero arrollado en forma de hélice cilíndrica con dos brazos extremos, los cuales se deforman angularmente al estar apoyados en los elementos que tienen el giro relativo.

Los resortes de torsión pueden ser simples o de doble torsión (Figura 28). Los resortes de doble torsión consisten en secciones conectadas de espiras, una derecha y otra izquierda que trabajan en un paralelo.



Figura 28. Resorte helicoidal de torsión simple y doble

Fuente: <http://www.zyspring.er.alibaba.com>

CAPÍTULO III

DISEÑO

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe el diseño de la parte mecánica de la máquina cortadora de obleas. La generación óptima del proceso de corte dependerá de algunos aspectos como son: la humedad de la lámina de obleas y la velocidad a la que corte la matriz, para así poder reducir las pérdidas de materia prima que se generan por la ruptura o trizamiento y reducir la pérdida de recursos. Un aspecto importante a tomar en cuenta en este proyecto son los costos de construcción, dado que ha sido desarrollado específicamente para instalarse en un monasterio, y por esta razón hay que tratar de minimizar el costo final; esto implica la utilización de materiales adecuados y mano de obra, en lo posible disponibles a nivel local. De la misma manera, en este capítulo se desarrolla el sistema mecanizado de control, utilizando temporizadores, relés, dimmer y actuadores necesarios para el control del proceso de producción de hostias.

3.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA

3.2.1 DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA Y COMPONENTES DE LA MÁQUINA

La dimensión de la estructura y componentes que forman parte de la máquina de corte de obleas, se las puede observar en la parte de los anexos, en la sección de los planos mecánicos de la máquina ubicados en la parte .

Ya que el diseño que se realiza cumple con las medidas establecidas en las normas de erguida, para personas que trabajan sentadas,

Las partes que a continuación se mencionan son de suma importancia para el diseño de la máquina.

- Estructura metálica
- Paredes de la máquina
- Base de soporte de los ejes
- Perfil de sujeción de la base de soporte de los ejes
- Matriz de corte
- Porta matriz de corte
- Ejes
- Resortes
- Protección mecánica
- Sistema biela manivela
- Canaleta de deslizamiento
- Barra de agarre de los ejes

Todas las piezas enumeradas anteriormente, se las puede apreciar de una mejor manera en el plano utilizado para el diseño de la máquina cortadora de obleas, cada una de estas piezas cumple una función específica en dicha máquina.

3.2.2 DISEÑO DE ELEMENTOS Y PARTES

3.2.2.1 Sistema biela manivela

Para el diseño del sistema biela manivela se utilizará un diagrama de cuerpo libre con el objetivo de obtener un mejor entendimiento, ver en la figura 29.



Figura 29. Sistema biela manivela

Las notaciones, coordenadas y constantes del sistema biela manivela se encuentran en el diagrama de cuerpo libre, ver Figura 30.

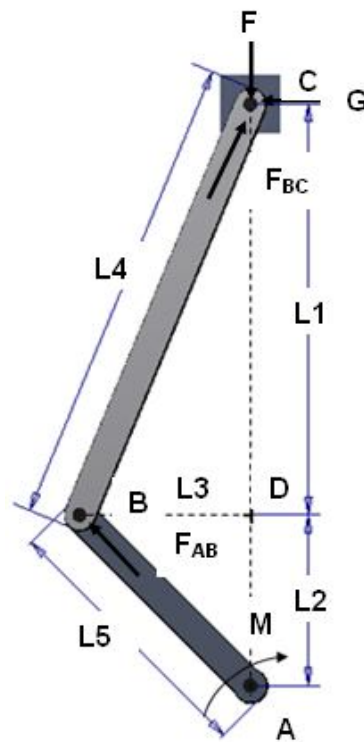


Figura 30. Diagrama de cuerpo libre del sistema biela manivela

Calculo de momentos

El cálculo de momentos en el punto A se obtiene por la siguiente fórmula:

$$\Sigma M_A = 0 \quad \text{Ecuación (3.1)}$$

$$G * (L1 + L2) - M = 0$$

Donde:

G = Fuerza G

L1 = Longitud uno

L2 = Longitud dos

M = Momento en el punto A

Despejando G y remplazando valores se tiene:

$$M = 95.77 \text{ N.m}$$

$$L1 = 0.2746 \text{ m}$$

$$L2 = 0.005 \text{ m}$$

$$G = \frac{95.77 \text{ N.m}}{0.2796 \text{ m}}$$

$$G = 342.52 \text{ N}$$

Calculo de fuerzas

Una vez remplazado los valores se obtiene la fuerza G en el punto C, misma que servirá para calcular la fuerza F y la fuerza F_{BC} , aplicando el triangulo BCD de fuerzas, a continuación se ilustra en la figura 31:

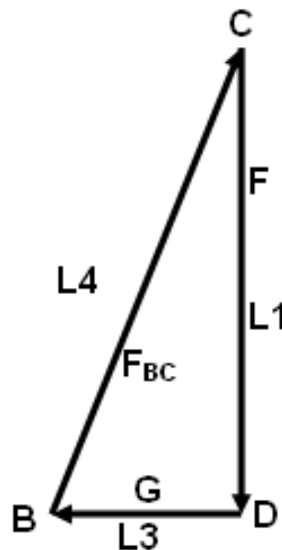


Figura 31. Triangulo de fuerzas BCD

Relación de fuerzas del Triangulo BCD

$$\frac{L1}{F} = \frac{L4}{F_{BC}} = \frac{L3}{G}$$

Ecuación (3.2)

Donde:

$L1 =$ Longitud uno

$L3 =$ Longitud tres

$L4 =$ Longitud cuatro

$F_{BC} =$ Fuerza F_{BC}

$$F = \text{Fuerza } F$$

$$G = \text{Fuerza } G$$

De la Ecuación 2, se toma la relación siguiente:

$$\frac{L1}{F} = \frac{L3}{G}$$

Despejando F y reemplazando valores se tiene:

$$L1 = 0.2746 \text{ m}$$

$$L3 = 0.0141 \text{ m}$$

$$G = 342.52 \text{ N}$$

$$F = \frac{342.52 \text{ N} * 0.2746 \text{ m}}{0.0141 \text{ m}}$$

$$F = 6670.67 \text{ N}$$

De la Ecuación 2, se toma la relación siguiente:

$$\frac{L4}{FBC} = \frac{L3}{G}$$

Despejando F_{BC} y reemplazando valores se tiene:

$$L3 = 0.0141 \text{ m}$$

$$L4 = 0.275 \text{ m}$$

$$G = 342.52 \text{ N}$$

$$FBC = \frac{342.52 \text{ N} * 0.275 \text{ m}}{0.0141 \text{ m}}$$

$$FBC = 6680.35 \text{ N}$$

Relación de fuerzas del Triangulo ABD

Una vez calculadas las anteriores Fuerzas utilizamos el triangulo ABD, mismo que servirá para calcular la fuerza F_{AB} , a continuación se ilustra en la figura 32.

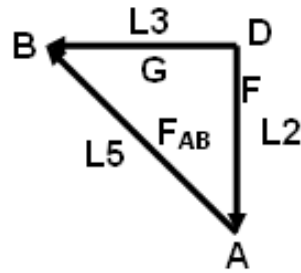


Figura 32. Triangulo de fuerzas ABD

$$\frac{L5}{F_{AB}} = \frac{L3}{G}$$

Ecuación (3.3)

Donde:

L3 = Longitud tres

L5 = Longitud cinco

F_{AB} = Fuerza F_{AB}

G = Fuerza G

Despejando F_{AB} y reemplazando valores se tiene:

$$L3 = 0.0141m$$

$$L5 = 0.015 m$$

$$G = 342.52N$$

$$F_{AB} = \frac{342.52N * 0.015 m}{0.0141m}$$

$$F_{AB} = 364.38N$$

Calculo de esfuerzos normales

Una vez que se tiene las fuerzas, se procede a calcular los esfuerzos normales promedio en la biela BC y en la manivela AB.

Esfuerzo normal promedio en la manivela BC

$$\sigma_{BC} = \frac{-F_{BC}}{A}$$

Ecuación (3.4)

Donde:

σ_{BC} = Esfuerzo normal promedio en la manivela BC

F_{BC} = Fuerza F_{BC}

A = Área de la sección transversal

Remplazando valores se tiene:

$$F_{BC} = 6680.35 \text{ N}$$

$$A = 0.0055 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{BC} = \frac{-6680.35 \text{ N}}{0.0055 \text{ m}^2}$$

$$\sigma_{BC} = -1214609.09 \text{ N/m}^2$$

Esfuerzo normal promedio en la biela AB

$$\sigma_{AB} = \frac{-F_{AB}}{A} \quad \text{Ecuación (3.5)}$$

Donde:

σ_{AB} = Esfuerzo normal promedio en la biela

F_{AB} = Fuerza F_{AB}

A = Área de la sección transversal

Remplazando valores se tiene:

$$F_{AB} = 364.38 \text{ N}$$

$$A = 0.0003 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{AB} = \frac{-364.38 \text{ N}}{0.0003 \text{ m}^2}$$

$$\sigma_{AB} = -1214600 \text{ N/m}^2$$

3.2.2.2 Barra de agarre de los ejes

Para el diseño de la viga se utiliza un diagrama de cuerpo libre con el objetivo de obtener un mejor entendimiento. La cual es una viga empotrada en ambos extremos, ver en la siguiente figura 33.



Figura 33. Viga empotrada en ambos extremos

Las notaciones, coordenadas y constantes de la viga empotrada en ambos extremos se encuentran en el diagrama de cuerpo libre, ver Figura 34.

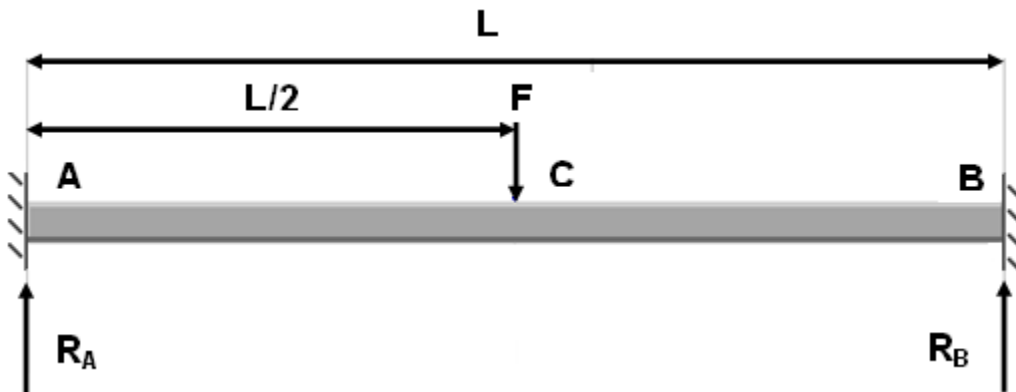


Figura 34. Diagrama de cuerpo libre de la viga empotrada en ambos extremos
Reacciones

Las reacciones R_A y R_B se obtiene con la siguiente ecuación:

$$R_A = R_B = \frac{F}{2} \quad \text{Ecuación (3.6)}$$

Donde:

R_A = Reacción en el punto A

R_B = Reacción en el punto B

F = Fuerza puntual aplicada en el centro de la viga

Reemplazando valores se tiene:

$$F = 6670,67 \text{ N}$$

$$R_A = R_B = \frac{6670.67 \text{ N}}{2}$$

$$R_A = R_B = 3335.33 \text{ N}$$

Momentos cortantes

Una vez obtenida las reacciones se procede a calcular los momentos cortantes AC y CB:

Momento cortante AC

$$V_{AC} = \frac{F}{2} \quad \text{Ecuación (3.7)}$$

Donde:

V_{AC} = Momento cortante AC

F = Fuerza puntual aplicada en el centro de la viga

Reemplazando valores se tiene:

$$F = 6670.67 \text{ N}$$

$$V_{AC} = \frac{6670.67 \text{ N}}{2}$$

$$V_{AC} = 3335.33 \text{ N}$$

Momento cortante CB

$$V_{CB} = -\frac{F}{2} \quad \text{Ecuación (3.8)}$$

Donde:

V_{CB} = Momento cortante CB

F = Fuerza puntual aplicada en el centro de la viga

Reemplazando valores se tiene:

$$F = 6670.67 \text{ N}$$

$$V_{CB} = -\frac{6670.67 \text{ N}}{2}$$

$$V_{CB} = -3335.33 \text{ N}$$

Diagrama de momentos cortantes

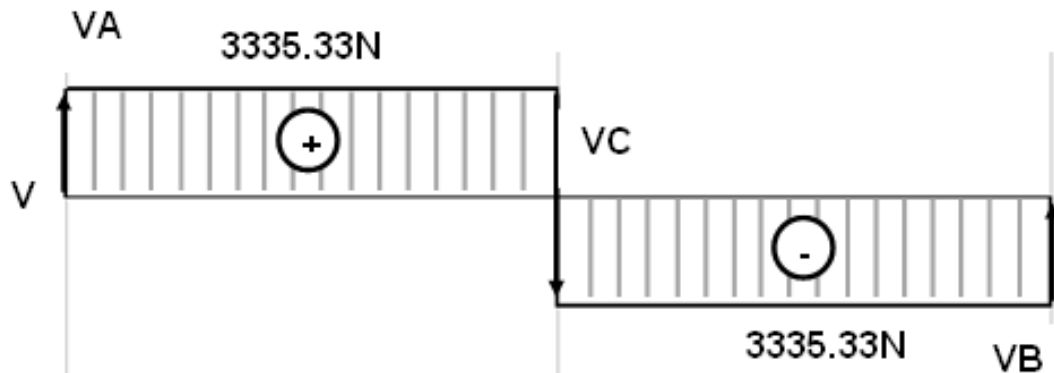


Figura 35. Diagrama de momentos cortantes

Momentos flectores

Momento flector AC

$$MAC = \frac{FL}{8} \left(\frac{4x}{L} - 1 \right) \quad \text{Ecuación (3.9)}^4$$

Donde:

M_{AC} = Momento flector AC

F = Fuerza puntual aplicada en el centro de la viga

L = Longitud de la viga

$x = L/2$

Simplificando la ecuación 9 y reemplazando valores se tiene:

$$F = 6670.67 \text{ N}$$

$$L = 0.41 \text{ m}$$

$$MAC = \frac{6670.67 \text{ N} * 0.41 \text{ m}}{8}$$

$$MAC = 341.876 \text{ N.m}$$

⁴ <http://personales.upv.es/fbardisa/Pdf/FormularioVigas.pdf>

Momento flector CB

$$M_{CB} = \frac{FL}{8} \left(3 - \frac{4x}{L}\right) \quad \text{Ecuación (3.10)}^5$$

Donde:

M_{CB} = Momento flector CB

F = Fuerza puntual aplicada en el centro de la viga

L = Longitud de la viga

$x = L/2$

Simplificando la ecuación 10 y reemplazando valores se tiene:

$$F = 6670.67 \text{ N}$$

$$L = 0.41 \text{ m}$$

$$M_{CB} = \frac{6670.67 \text{ N} * 0.41 \text{ m}}{8}$$

$$M_{CB} = 341.876 \text{ N.m}$$

Diagrama de momentos flectores

Figura 36. Diagrama de momentos flectores

Momentos de empotramiento perfectos.

Momento de empotramiento perfecto en el punto A

⁵ <http://personales.upv.es/fbardisa/Pdf/FormularioVigas.pdf>

$$M_A = -\frac{FL}{8} \quad \text{Ecuación (3.11)}$$

Donde:

M_A = Momento de empotramiento perfecto en el punto A

F = Fuerza puntual aplicada en el centro de la viga

L = Longitud de la viga

Reemplazando valores se tiene:

$$F = 6670.67 \text{ N}$$

$$L = 0.41 \text{ m}$$

$$M_A = -\frac{6670.67\text{N} * 0.41\text{m}}{8}$$

$$M_A = -341.87 \text{ N.m}$$

Momento de empotramiento perfecto en el punto B

$$M_B = -\frac{FL}{8} \quad \text{Ecuación (3.12)}$$

Donde:

M_B = Momento de empotramiento perfecto en el punto B

F = Fuerza puntual aplicada en el centro de la viga

L = Longitud de la viga

Reemplazando valores se tiene:

$$F = 6670.67 \text{ N}$$

$$L = 0.41 \text{ m}$$

$$M_B = -\frac{6670.67\text{N} * 0.41\text{m}}{8}$$

$$M_B = -341.87 \text{ N.m}$$

Momento máximo de empotramiento perfecto en el punto C

$$M_{\text{máx}} = MC = \frac{FL}{8} \quad \text{Ecuación (3.13)}$$

Donde:

$M_{\text{máx}}$ = Momento máximo de empotramiento perfecto en el punto C

F = Fuerza puntual aplicada en el centro de la viga

L = Longitud de la viga

Remplazando valores se tiene:

$$F = 6670.67 \text{ N}$$

$$L = 0.41 \text{ m}$$

$$M_{\text{máx}} = MC = \frac{6670.67 \text{ N} * 0.41 \text{ m}}{8}$$

$$MC = 341.87 \text{ N.m}$$

Deformaciones elásticas.⁶

Deformación elástica AC

$$y_{AC} = \frac{FLx^2}{48EI} \left(3 - \frac{4x}{L} \right) \quad \text{Ecuación (3.14)}$$

Donde:

y_{AC} = Deformación elástica AC

F = Fuerza puntual aplicada en el centro de la viga

L = Longitud de la viga

$$x = L/2$$

E = módulo de Young

I = Segundo momento de área

⁶ <http://personales.upv.es/fbardisa/Pdf/FormularioVigas.pdf>

Remplazando valores se tiene:

$$F = 6670.67 \text{ N}$$

$$L = 0.41 \text{ m}$$

$$E = 200 \times 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$I = 4.31 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$y_{AC} = \frac{(6670.67\text{N})(0.41\text{m})^3}{192 \left(200 \times 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) (4.31 \times 10^{-4} \text{m}^3)}$$

$$y_{AC} = 2.78 \times 10^{-8} \text{ m}^2$$

Deformación elástica CB

$$y_{CB} = \frac{F(L-x)^2}{48EI} (4x - L) \quad \text{Ecuación (3.15)}$$

Donde:

y_{CB} = Deformación elástica CB

F = Fuerza puntual aplicada en el centro de la viga

L = Longitud de la viga

$$x = L/2$$

E = módulo de Young

I = Segundo momento de área

Remplazando valores se tiene:

$$F = 6670.67 \text{ N}$$

$$L = 0.41 \text{ m}$$

$$E = 200 \times 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$I = 4.31 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$y_{CB} = \frac{(6670.67N)(0.41m)^3}{192 \left(200 \times 10^9 \frac{N}{m^2} \right) (4.31 \times 10^{-4} m^3)}$$

$$y_{CB} = 2.78 \times 10^{-8} m^2$$

Deformación elástica máxima.

$$y_C = -\frac{FL^3}{192EI} \quad \text{Ecuación (3.16)}^7$$

Donde:

$y_{\text{máx}} = y_C = \text{Deformación elástica máxima}$

$F = \text{Fuerza puntual aplicada en el centro de la viga}$

$L = \text{Longitud de la viga}$

$x = L/2$

$E = \text{módulo de Young}$

$I = \text{Segundo momento de área}$

Remplazando valores se tiene:

$$F = 6670.67 N$$

$$L = 0.41 m$$

$$E = 200 \times 10^9 \frac{N}{m^2}$$

$$I = 4.31 \times 10^{-4} m^3$$

$$y_{\text{máx}} = y_C = -\frac{(6670.67N)(0.41m)^3}{192 \left(200 \times 10^9 \frac{N}{m^2} \right) (4.31 \times 10^{-4} m^3)}$$

$$y_{\text{máx}} = y_C = -2.78 \times 10^{-8} m^2$$

⁷ <http://personales.upv.es/fbardisa/Pdf/FormularioVigas.pdf>

Tabla 1. Descripción de medidas y material a utilizar

Medida calculada	Disponible en el mercado	Material
Platina de : Ancho: 10cm Largo: 40cm Espesor: 1cm	Platina de: Ancho: 1.2 a 10cm Largo: 600cm Espesor: 0.3 a 1 cm Se procede realiza mecanizado para obtener las medidas requeridas	ASTM A36

Se procedió a utilizar una platina de acero ASTM A36, para diseñar la barra de agarre de los ejes, porque es menos costosa, se la puede conseguir fácilmente en el mercado; y es una de los más utilizados para la fabricación de barras que va a estar sometidas a carga dinámica. Debido a que sus propiedades mecánicas cumplen con la información requerida para trabajar en el diseño de la viga.

3.2.2.3 Resortes

Para el diseño de los resortes se debe tener en cuenta, que se va diseñar un resorte helicoidal de compresión para carga estática, porque la fuerza a la que va a ser sometido no va a variar en ningún intervalo de tiempo, mismo diseño servirá para los dos resortes.

El resorte nos dará una fuerza mínima de 150.128N y una fuerza máxima de 3485.458N sobre un rango de ajuste 0.48 en deflexión.

También se utilizara un alambre de resorte menos costoso sin granallar estirado en frio (ASTM A227) dado que la carga es estática y es uno de los más utilizados para la fabricación de resortes sometidos a cargas estáticas.

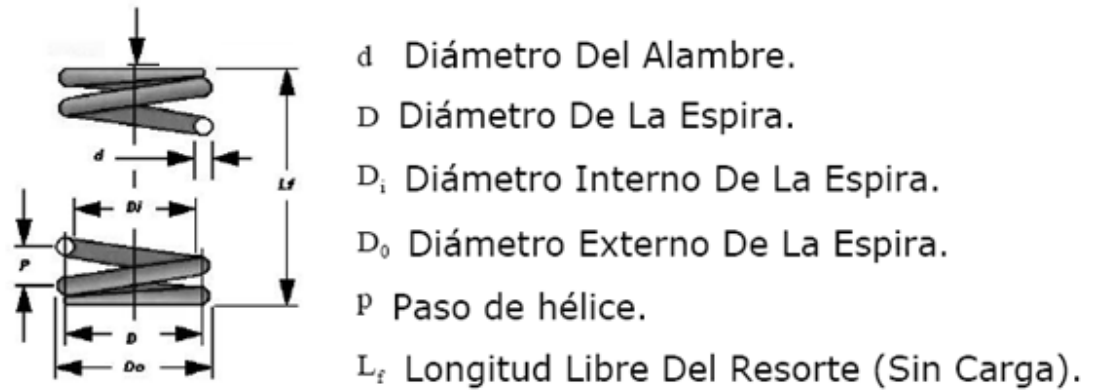


Figura 37. Diagrama de cuerpo libre del resorte helicoidal de compresión

Para el cálculo del resorte se supone un diámetro de alambre de prueba de 0.003m entre los tamaños disponibles en la tabla 13-2 de diámetro de alambres a utilizar para diseñar resortes, ubicada en la parte de los anexos.

Diámetro medio

Se supone un límite de resorte de 10.68, que está en medio del rango recomendado y se calculara el diámetro medio de espira.

$$D = Cd \quad \text{Ecuación (3.17)}$$

Donde:

$D =$ Diámetro medio de la espira

$C =$ Índice del resorte

$d =$ Diámetro de alambre

Remplazando los valores se tiene:

$$C = 10.68$$

$$d = 0.003 \text{ m}$$

$$D = 10.68(0.003 \text{ m})$$

$$D = 0.03204 \text{ m}$$

Factor de cortante directo

Se procede a calcular el factor de cortante directo, mismo que será empleado para calcular el esfuerzo cortante en la espira en la fuerza más elevada.

$$K_s = 1 + \frac{0.5}{C} \quad \text{Ecuación (3.18)}$$

Donde:

K_s = Factor de cortante directo

C = Índice del resorte

Remplazando los valores se tiene:

$$C = 10.68$$

$$K_s = 1 + \frac{0.5}{10.68}$$

$$K_s = 1.047$$

Esfuerzo cortante en la espira en la fuerza más elevada

$$\tau = K_s \frac{8FD}{\pi d^3} \quad \text{Ecuación (3.19)}$$

Donde:

τ = Esfuerzo cortante en la espira en la fuerza más elevada

K_s = Factor de cortante directo

F = Fuerza mayor

D = Diámetro medio de la espira

$$\pi = \text{pi} = 3.14159$$

d = Diámetro de alambre

Remplazando los valores se tiene:

$$K_s = 1.047$$

$$F = 3485,458 \text{ N}$$

$$D = 0.03204 \text{ m}$$

$$\pi = 3.14159$$

$$d = 0.003 \text{ m}$$

$$\tau = 1.047 \frac{8(3485.458 \text{ N})(0.03204 \text{ m})}{\pi(0.003 \text{ m})^3}$$

$$\tau = 11020 \text{ MPa}$$

Resistencia máxima a la tensión

La resistencia máxima a la tensión se obtiene a partir de los datos que se encuentran en la tabla 13-4 de coeficientes y exponentes, ubicada en los anexos

$$S_{ut} = Ad^b \quad \text{Ecuación (3.20)}$$

Donde:

S_{ut} = Resistencia máxima a la tensión

A = Constante *A*

d = Diámetro de alambre

b = Exponente

Remplazando los valores se tiene:

$$A = 1\,753.3 \text{ MPa}$$

$$d = 0.003 \text{ m}$$

$$b = -0.1822$$

$$S_{ut} = 1\,753.3 \text{ MPa} (0.003 \text{ m})^{-0.1822}$$

$$S_{ut} = 5\,052.714 \text{ MPa}$$

Limite elástico a la tensión

Una vez que se ha calculado la resistencia la tensión se procede a calcular el límite elástico a la tensión ubicada en la tabla en la partes de los anexos, suponiendo que se ha eliminado el asentamiento y aplicado el extremo bajo el rango recomendado.

$$S_{ys} = 0.60 S_{ut} \quad \text{Ecuación (3.21)}$$

Donde:

S_{ys} = Limite elástico a la tensión

S_{ut} = Resistencia máxima a la tensión

Remplazando los valores se tiene:

$$S_{ut} = 5\,052.714 \text{ MPa}$$

$$S_{ys} = 0.60 (5\,052.714 \text{ MPa})$$

$$S_{ys} = 3\,031.629 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad – fluencia estática

$$N_s = \frac{S_{ys}}{\tau} \quad \text{Ecuación (3.22)}$$

Donde:

N_s = Factor de seguridad – fluencia estática

S_{ys} = Limite elástico a la tensión

τ = Esfuerzo cortante

Remplazando los valores se tiene:

$$S_{ys} = 3\,031.628 \text{ MPa}$$

$$\tau = 11\,020 \text{ MPa}$$

$$N_s = \frac{3\,031.628 \text{ MPa}}{11\,020 \text{ MPa}}$$

$$N_s = 0.29$$

Tasa de resorte o constante de resorte

La tasa de resorte esta definida en vista de la existencia de dos fuerzas especificadas a una deflexión relativa en particular, entre (15 a 85%)⁸ de su deflexión total

$$k = \frac{\Delta F}{y} \quad \text{Ecuación (3.23)}$$

Donde:

$k =$ Tasa de resorte o constante de resorte

$\Delta F =$ Variación de fuerzas

$y =$ Deflexión

Remplazando los valores se tiene:

$$\Delta F = (3485.458 - 150.128) \text{ N}$$

$$y = 0.48 \text{ m}$$

$$k = \frac{(3485.458 - 150.128) \text{ N}}{0.48 \text{ m}}$$

$$k = 6948.60 \text{ N/m}$$

Tasa de resorte

Para conseguir esta tasa de resorte, el número de espiras activas deben satisfacer a la ecuación del número de espiras activas

$$k = \frac{d^4 G}{8D^3 N_a} \quad \text{Ecuación (3.24)}$$

Donde:

$k =$ Tasa de resorte

⁸ Norton. Robert L. Diseño de máquinas. 4ta Edición. P, 824-825.

$d = \text{Diámetro de alambre}$

$G = \text{Modulo de corte}$

$D = \text{Diámetro medio de la espira}$

$N_a = \text{Numero de espiras activas}$

Despejando el número de espiras activas y reemplazando los valores se tiene:

$$d = 0.003 \text{ m}$$

$$G = 7.93 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$$

$$D = 0.03204 \text{ m}$$

$$k = 6948.60 \text{ N/m}$$

$$N_a = \frac{(0.003 \text{ m})^4 (79300 \text{ M N/m}^2)}{8(0.03204 \text{ m})^3 (5558.88 \text{ N/m})}$$

$$N_a = 5.63 \cong 6$$

Número de espiras totales

Se supone que los extremos son cuadrados y rectificadas haciendo que el número de espiras totales sea el de la figura 45.

$$N_t = N_a + 2$$

Ecuación (3.25)

Donde:

$N_t = \text{Número de espiras totales}$

$N_a = \text{Numero de espiras activas}$

Reemplazando los valores se tiene:

$$N_a = 6$$

$$N_t = 6 + 2$$

$$N_t = 8$$

Altura cerrada

$$L_s = dN_t \quad \text{Ecuación (3.26)}$$

Donde:

L_s = Altura cerrada

d = diámetro de alambre

N_t = Número de espiras totales

Reemplazando los valores se tiene:

$$d = 0.003 \text{ m}$$

$$N_t = 8$$

$$L_s = (0.003 \text{ m})(8)$$

$$L_s = 0.024 \text{ m}$$

Deflexión inicial

La deflexión inicial es para alcanzar la más pequeña de las dos cargas especificadas es:

$$y_{\text{inicial}} = \frac{F_{\text{inicial}}}{k} \quad \text{Ecuación (3.27)}$$

Donde:

y_{inicial} = Deflexión inicial

F_{inicial} = Fuerza inicial

k = Tasa de resorte

Reemplazando los valores se tiene:

$$F_{\text{inicial}} = 150.128 \text{ N}$$

$$k = 6948.60 \text{ N/m}$$

$$y_{\text{inicial}} = \frac{150.128 \text{ N}}{6948.60 \text{ N/m}}$$

$$y_{\text{inicial}} = 0.021 \text{ m}$$

Holgura de golpe

Se recomienda, para evitar llegar a la altura de cierre en servicio, una holgura de golpe mínima de 10-15%⁹.

$$y_{\text{golpe}} = 0.10y \quad \text{Ecuación (3.28)}$$

Donde:

$y_{\text{golpe}} = \text{holgura de golpe}$

$y = \text{Deflexión de trabajo}$

Remplazando los valores se tiene:

$$y = 0.048 \text{ m}$$

$$y_{\text{golpe}} = 0.10(0.048\text{m})$$

$$y_{\text{golpe}} = 0.0048 \text{ m}$$

Longitud libre

Para calcular la longitud libre se puede observar en la figura.

$$L_f = L_s + y_{\text{golpe}} + y_{\text{trabajo}} + y_{\text{inicial}} \quad \text{Ecuación (3.29)}$$

Donde:

$L_f = \text{Longitud libre}$

$L_s = \text{Altura cerrada}$

$y_{\text{golpe}} = \text{holgura de golpe}$

$y_{\text{trabajo}} = \text{Deflexión de trabajo}$

$y_{\text{inicial}} = \text{Deflexión inicial}$

⁹ Norton. Robert L. Diseño de máquinas. 4ta Edición. P, 823.

Remplazando los valores se tiene:

$$L_s = 0.024m$$

$$y_{\text{golpe}} = 0.0048 m$$

$$y_{\text{trabajo}} = 0.048m$$

$$y_{\text{inicial}} = 0.021m$$

$$L_f = (0.024 + 0.0048 + 0.048 + 0.021)m$$

$$L_f = 0.0978 m$$

Diámetro de espiras interiores

$$D_i = D - d \quad \text{Ecuación (3.30)}$$

Donde:

D_i = Diámetro de espiras interior

D = Diámetro medio de la espira

d = Diámetro de alambre

Remplazando los valores se tiene:

$$D = 0.03204 m$$

$$d = 0.003 m$$

$$D_i = 0.03204 m - 0.003m$$

$$D_i = 0.02904 m$$

Diámetro de espiras exteriores

$$D_o = D + d \quad \text{Ecuación (3.31)}$$

Donde:

D_o = Diámetro de espiras exterior

D = Diámetro medio de la espira

$d = \text{Diámetro de alambre}$

Remplazando los valores se tiene:

$$D = 0.03204 \text{ m}$$

$$d = 0.003 \text{ m}$$

$$D_o = 0.03204 \text{ m} + 0.003 \text{ m}$$

$$D_o = 0.03504 \text{ m}$$

Peso total del resorte

$$W_t = \frac{\pi^2 d^2 D N_t \rho}{4} \quad \text{Ecuación (3.32)}$$

Donde:

$W_t = \text{Peso total del resorte}$

$$\pi = \rho_i = 3.14159$$

$d = \text{Diámetro de alambre}$

$D = \text{Diámetro medio de la espira}$

$N_t = \text{Número de espiras totales}$

$\rho = \text{Densidad del acero ASTM A227}$

Remplazando los valores se tiene:

$$\pi = 3.14159$$

$$d = 0.003 \text{ m}$$

$$D = 0.03204 \text{ m}$$

$$N_t = 8$$

$$\rho = 7750.37 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_t = \frac{\pi^2 (0.003 \text{ m})^2 (0.03204 \text{ m}) (8) (7750.37 \text{ Kg/m}^3)}{4}$$

$$Wt = 0.044 \text{ kg}$$

Especificaciones de diseño completas para un resorte helicoidal a la compresión de alambre ASTM A227.

$$d = 0.003 \text{ m}$$

$$OD = 0.03504 \text{ m}$$

$$Nt = 8, sq \ \& \ g$$

$$Lf = 0.0978 \text{ m}$$

Una vez terminado de realizar los respectivos cálculos; se procede a realizar una tabla con las especificaciones requeridas para el diseño del resorte. Ya que la persona encargada de diseñar este elemento necesita una información clara del producto, porque en este caso se está realizando los cálculos para diseño y no para selección porque después de haber realizado las respectivas investigaciones, no se encontró en el mercado un resorte que cumpla con las especificaciones requeridas en la tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones para el diseño del resorte helicoidal

Nombre	Medida
Diámetro de alambre	0.003 m
Diámetro de espira exterior	0-036 m
Número de espiras totales	8
Longitud libre	0.098m

El material seleccionado para el diseño de este resorte es el acero ASTM A36 estirado en frío.

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL (MECANIZACIÓN)

3.3.1 DETERMINACIÓN DE LA VARIABLE A CONTROLAR

Para determinar la variable a controlar, se hace un análisis del sistema de transmisión de movimiento que se van a utilizar, también de otros sistemas alternativos que influyen en el funcionamiento de la máquina de corte de obleas.

Una vez hecho todo el análisis se llegó a concluir que la variable a controlar es la velocidad de la matriz de corte de la máquina de corte de obleas.

Para llegar a esta conclusión se realizó pruebas en la máquina de corte de obleas con velocidad lenta y rápida; en cada una de estas pruebas se sacó una conclusión y luego se estableció la velocidad adecuada para cortar.

Porque con una velocidad lenta se genera pérdida por trizamiento, con una velocidad rápida se genera un buen proceso de corte, libre de rupturas y trisamientos.

3.3.2 SELECCIÓN DEL TEMPORIZADOR A UTILIZAR

Para la selección del temporizador se tomará en cuenta los siguientes aspectos:

- Rango de tiempo: 0 – 60 segundos.
- Costo.
- Acondicionamiento.

Dados estos parámetros de funcionamiento se llega a la conclusión que el temporizador adecuado para el sistema de control de la máquina, es el temporizador con retardo a la activación.

El temporizador de retardo a la activación ayudara a que el sistema de control que se diseñe funcione adecuadamente, también si el pulsador de accionamiento por algún motivo se quedo presionado este temporizador no permitirá que el sistema siga funcionando una vez que haya transcurrido el retardo de tiempo establecido, dicho temporizador seleccionado funcionara solo cuando se active y desactive el temporizador, caso contrario no realizara ninguna función, ya que es un circuito de cambio de estado.

El temporizador seleccionado tiene un rango de funcionamiento de 0 a 60 segundos ya que es un temporizador reajutable que se lo puede reajustar al tiempo deseado; a continuación se puede apreciar de una mejor forma en la ecuación del temporizador para el tiempo de trabajo.

$$T_w = kR_x C_x \left(1 + \frac{0,7}{R_x}\right) \quad \text{Ecuación (3.33)}^{10}$$

Donde:

$T_w =$ Tiempo de trabajo

$k =$ constante = 0.28

$R_x =$ Resistencia en K ohm

$C_x =$ Capacitor en u faradios

El tiempo de trabajo se lo procederá a calcular con una resistencia de 0 ohm y una de 100k ohm ya que la resistencia es variable.

Remplazando los valores con una resistencia de 0 ohm se tiene:

$R_x = 0k \text{ ohm}$

$C_x = 1000u \text{ F}$

$$T_w = (0,28)(0k \text{ ohm})(1000u \text{ F}) \left(1 + \frac{0,7}{(0k \text{ ohm})}\right)$$

$$T_w = 0 \text{ s}$$

Remplazando los valores con una resistencia de 100k ohm se tiene:

$R_x = 100k \text{ ohm}$

$C_x = 1000u \text{ F}$

$$T_w = (0,28)(100k \text{ ohm})(1000u \text{ F}) \left(1 + \frac{0,7}{(100k \text{ ohm})}\right)$$

$$T_w = 60 \text{ s}$$

Con esto queda comprobado el tiempo de trabajo del temporizador, al momento de trabajar se puede reajustar al parámetro que se requiera en la máquina cortadora de obleas, ya que el temporizador se lo puede reajustar mediante la resistencia variable ubicada en la placa a diseñar.

¹⁰ <http://proton.ucting.udg.mx/dpto/maestros/mateos/clase/teoria/Temporizacion/>

3.3.2.1 Diseño del temporizador con retardo a la activación

Una vez que ya se selecciono el temporizador a utilizarse, se procede a verificar el funcionamiento del circuito electrónico por medio de simulaciones en el programa Proteus, como a continuación se ilustra en la figura 38.

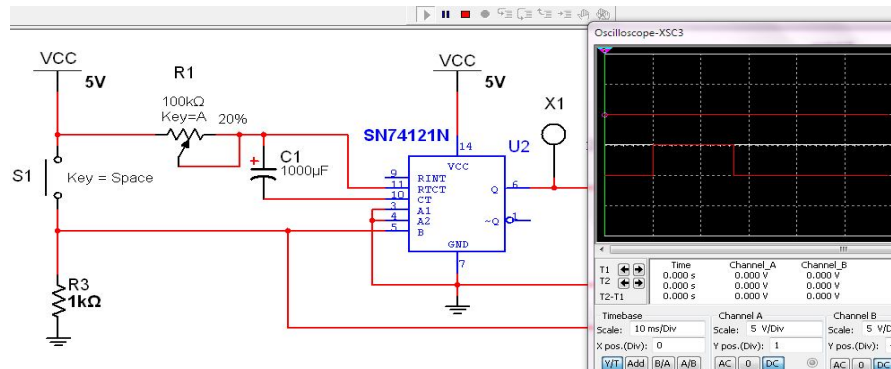


Figura 38. Diseño del temporizador en el programa de simulación

Posteriormente se procede a fabricar la placa del circuito impreso a partir del diseño esquemático, esto se realiza con ayuda del software PCB Wizard el cual permite elaborar el ruteado de las pistas con sus componentes para la placa PCB, la tarjeta se realiza en baquelita de una cara, ver en la figura 39 se ilustra la imagen del diseño.

Para este diseño se tomó en cuenta que se necesita de borneras en donde se conectan la alimentación del temporizador, el pulsador de activación del temporizador y la luz piloto del temporizador

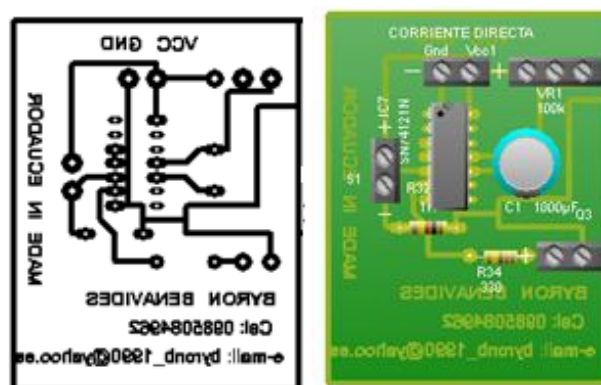


Figura 39. Diseño de la placa para el temporizador

En la figura 40 se muestra el diseño del circuito del temporizador con retardo a la activación ya diseñado en baquelita de una cara con sus

respectivos componentes, que será implementado para el control del tiempo de reactivado y desactivado para el sistema de corte de obleas,

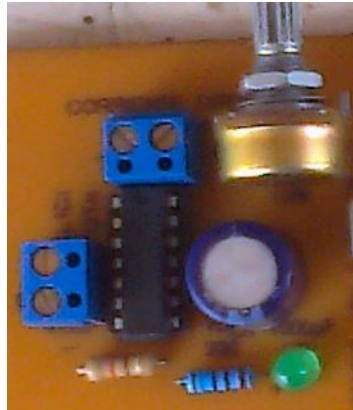


Figura 40. Placa del temporizador con retardo a la activación

3.3.3 SELECCIÓN DEL RELÉ A UTILIZAR

Para la selección del relé a utilizar se tomará en cuenta los siguientes aspectos:

- Tiempo de vida útil.
- Costo.
- Accionamiento.
- Condiciones de trabajo.
- Rangos de corriente

Dados estos parámetros de funcionamiento se llega a la conclusión que el relé adecuado a utilizar para formar parte del sistema de control de la máquina, es el relé de estado sólido, porque es mucho mejor que un relé electromecánico; ya que va a estar sometido a un proceso de activación y desactivación constante.

Cabe recalcar que se va a proceder a diseñar un relé de estado sólido ya que resulta sumamente más económico diseñar, que comprar uno que ya existe hecho en el mercado.

Esto debido a que si se quema algún componente de la placa del relé de estado sólido diseñada se lo procederá a sustituirlo y el circuito comenzara a seguir funcionando normalmente, lo que no sucede con los relés de estado sólido que venden en el mercado, en caso de quemarse algún componente

interno automáticamente hay que comprar uno nuevo, ya que sus componentes internas no pueden ser sustituidas por otras y esto resulta más caro; al contrario si se quema algún componente de la placa del relé de estado sólido se lo procede a sustituir por uno nuevo y esto será sumamente una alternativa más económico.

3.3.3.1 Diseño del circuito del relé de estado sólido

Una vez que ya se ha seleccionado el relé adecuado, se procede a realizar una placa que nos servirá para realizar pruebas de funcionamiento, para ver si los componentes a utilizarse son los adecuados ya que no existe un simulador adecuado para realizar estas pruebas de funcionamiento , ver en la figura 41.

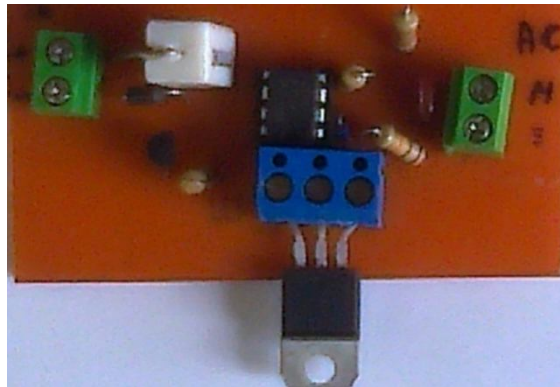


Figura 41. Placa de pruebas del relé de estado solido

Una vez realizada las pruebas de funcionamiento y corrigiendo unos pequeños errores presentados en el diseño de la placa de prueba, se procede a fabricar las placa del circuito impreso a partir del diseño esquemático, esto se realizan con ayuda del software PCB Wizard el cual permite elaborar el ruteado de las pistas con sus componentes para la placa PCB, la tarjeta se realiza en baquelita de una cara, ver en la figura 42, se ilustra la imagen del diseño.

Para este diseño se tomó en cuenta que se necesita de borneras en donde se conectan la alimentación del relé y la salida para el motor.

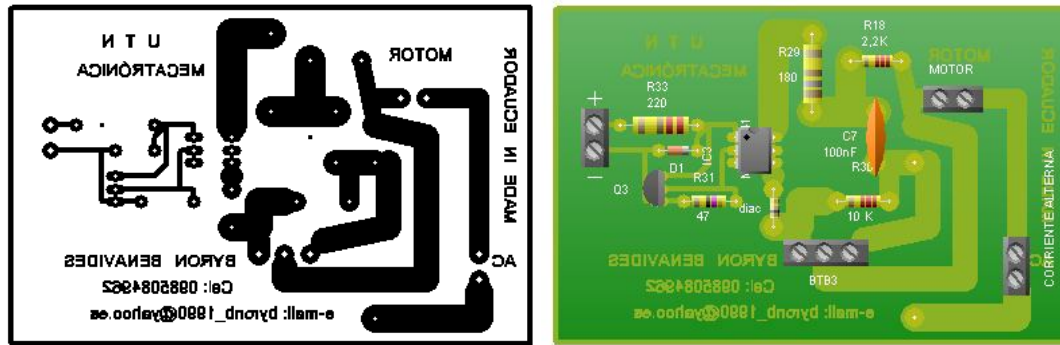


Figura 42. Diseño de la placa para el relé de estado sólido

En la figura 43 se muestra el diseño del circuito interno del relé de estado sólido desarrollado, encargado de activar y desactivar el motorreductor, en base a los parámetros requeridos para el funcionamiento del circuito de control, dicho circuito formara parte del tablero de control a utilizarse en la máquina de corte de obleas.

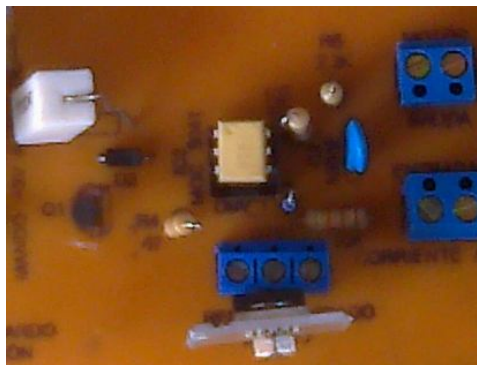


Figura 43. Circuito del relé de estado sólido a utilizar

3.3.4 Métodos para variar la velocidad de un motor AC

Existen algunos métodos para variar la velocidad de un motor de corriente alterna, a continuación se expone algunos; estos métodos servirán para seleccionar un método adecuado para el control de la velocidad de un motor de corriente alterna.

3.3.4.1 Control por variación de voltaje

La figura 44 muestra como resultado la característica torque vs velocidad de un motor de inducción cuando la tensión aplicada a su armadura es variable, manteniendo la frecuencia constante.

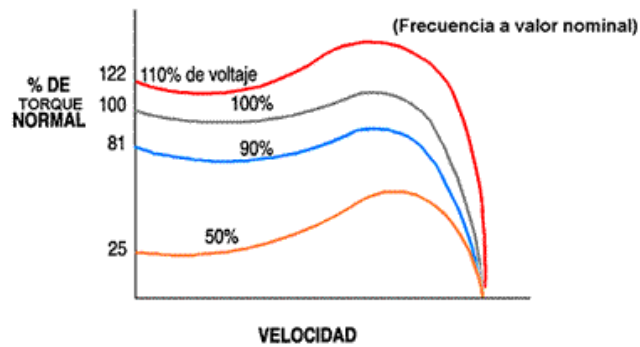


Figura 44. Control por variación de voltaje

Fuente: <http://www.Métodos de control de velocidad en motores AC.html>

De esta figura queda claro que cuando la tensión de alimentación disminuye, el torque también disminuye.

3.3.4.2 Control por variación de frecuencia.

La figura 45 muestra la característica torque vs velocidad de un motor de inducción para varias frecuencias de alimentación y tensión constante.

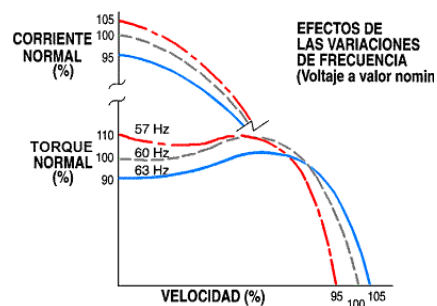


Figura 45. Control por variación de frecuencia

Fuente: <http://www.Métodos de control de velocidad en motores AC.html>

El aumento en la frecuencia de alimentación, asumiendo tensión constante, hace que la corriente de magnetización IM disminuya en proporción inversa, haciendo disminuir el torque generado.

3.3.4.3 Control variación de la resistencia del rotor.

La figura 46 muestra la característica torque vs velocidad de un motor de inducción, para varias resistencias de rotor.

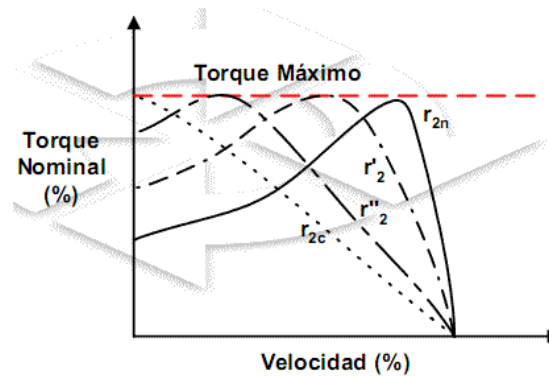


Figura 46. Control variación de resistencia al rotor

Fuente: <http://www.Métodos de control de velocidad en motores AC.html>

Por las características mostradas en la figura 46 se puede notar que este tipo de control puede tener aplicaciones prácticas. El problema es que para tener acceso al rotor y poder variar la resistencia r_2 , es necesario que el mismo sea del tipo bobinado y existan anillos deslizantes lo cual lo hace de mayor tamaño, costoso y de mantenimiento excesivo.

3.3.4.4 Control de velocidad tipo v/f constante.

Haciendo este tipo de control, las características torque vs velocidad de un motor de inducción queda como se muestra en la figura 47. Con esto, por lo menos para el régimen permanente, el motor de inducción pasa a tener características de operación similar al de un motor DC.

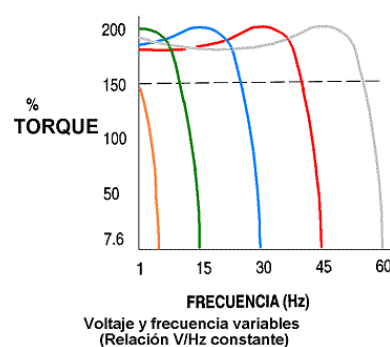


Figura 47. Control de velocidad tipo v/f constante

Fuente: <http://www.Métodos de control de velocidad en motores AC.html>

3.3.4.5 Selección del método para la variación de la velocidad de un motor de corriente alterna

Una vez que se analizó los métodos para la variación de la velocidad de un motor de corriente alterna, se llega a concluir que el método más adecuado para controlar un motor AC, es el de control por variación de voltaje.

Posteriormente se procede a buscar si existe un circuito electrónico para controlar la velocidad de un motor AC; después de haber buscado se concluye que el circuito para formar parte del tablero de control es un dimmer, el cual es un circuito que regula el voltaje, ese tipo de circuito es lo que se está buscando para controlar la velocidad del motor.

Para la selección del circuito de control de la velocidad del motor a utilizar se tomará en cuenta los siguientes aspectos:

- Tiempo de vida útil.
- Costo.
- Acondicionamiento.
- Condiciones de trabajo.

Los dimmer son circuitos de control utilizados mucho para controlar velocidades de ventiladores, taladros, motores eléctricos AC, etc. Es por eso que se llegó a la conclusión de utilizar un dimmer ya que es el circuito reúne las características para formar parte del tablero de control de la máquina de corte de obleas, porque resulta más económico su construcción, que comprar variadores que ya existen hechos.

3.3.4.6 Diseño del circuito de control de la velocidad del motor (Dimmer)

Una vez ya se selecciono el circuito de control de la velocidad de un motor AC, se procede a verificar el funcionamiento del circuito electrónico por medio de simulaciones en el programa Proteus, como a continuación se ilustra en la figura 48.

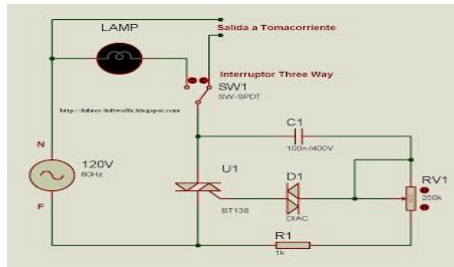


Figura 48. Diseño del dimmer en el programa de simulación

Posteriormente se procede a fabricar la placa del circuito impreso a partir del diseño esquemático, esto se realiza con ayuda del software PCB Wizard el cual permite elaborar el ruteado de las pistas con sus componentes para la placa PCB, la tarjeta se realiza en baquelita de una cara, ver en la figura 49, se ilustra la imagen del diseño.

Para este diseño se tomó en cuenta que se necesita de borneras en donde se conectan la alimentación del dimmer y para el motorreductor.

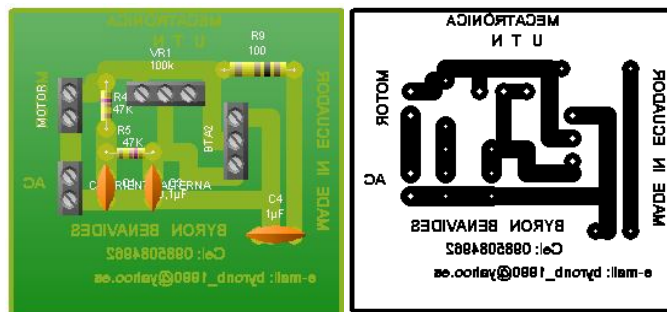


Figura 49. Diseño de la placa para el dimmer

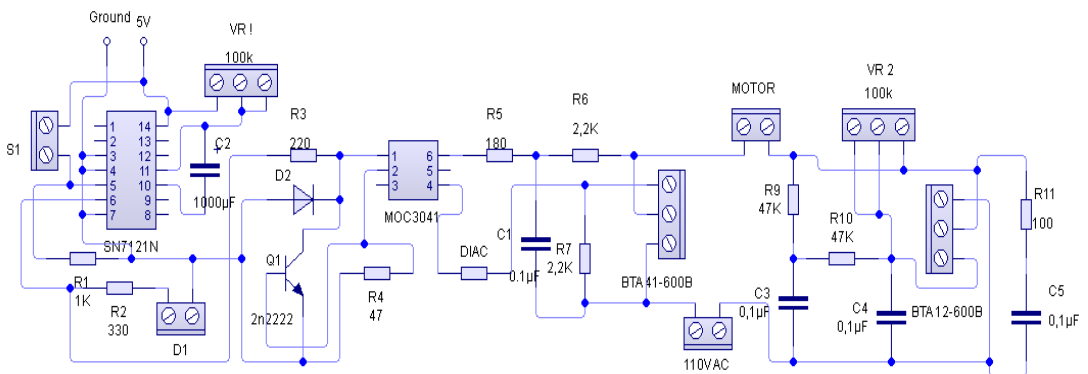
En la figura 50 se muestra el diseño del circuito del dimmer desarrollado, encargado de aumentar o reducir la velocidad de giro del motorreductor, en base a los parámetros requeridos para el funcionamiento del circuito de control, dicho circuito es apto para formar parte del sistema de control de la máquina de corte de obleas.



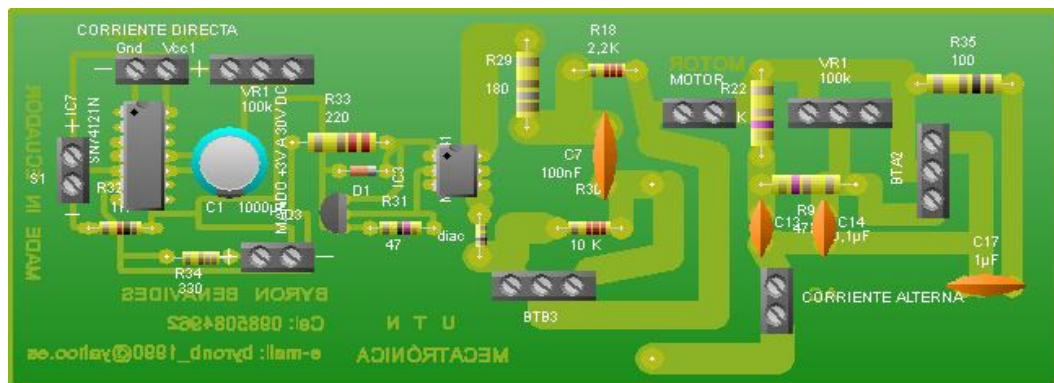
Figura 50. Circuito del Dimmer a utilizar

3.3.5 DISEÑO DE LA PLACA DEL SISTEMA DE CONTROL A UTILIZAR

Para el diseño de la placa completa del sistema de control se procedió a unir los tres circuitos anteriormente diseñados como son: circuito de retardo a la activación, relé de estado sólido y dimmer, esto se realiza con ayuda del software PCB Wizard el cual permite elaborar el ruteado de las pistas con sus componentes para la placa PCB, la tarjeta se realiza en baquelita de una cara, ver en la figura 51, se ilustra la imagen del diseño, para una mayor apreciación de la placa se la puede observar en los anexos. Los cuales son encargos de hacer un correcto funcionamiento del sistema de control de la máquina cortadora de obleas.



a) Diagrama de conexiones



b) Circuito PCB

Figura 51. Circuito del sistema de control.

En la figura 52 que a continuación se presenta se puede apreciar la placa del sistema de control ya desarrollado, el cual será implementado en la máquina de corte de obleas, haciendo el reactivado y desactivado al motorreductor.



Figura 52. Circuito de control de la máquina de corte de obleas

3.3.6 SELECCIÓN DEL ACTUADOR ELÉCTRICO

La selección del actuador eléctrico se la realiza en base a los parámetros de diseño y de la variable a controlar como es la velocidad de la matriz de corte y del sistema de transmisión de movimiento circular a lineal alternativo como es el sistema biela manivela, el cual es el encargado de hacer que la matriz de corte trabaje de arriba hacia abajo realizando el corte de la lámina de obleas.

Para la selección del motorreductor se debe encontrar la fuerza de corte de las guillotinas de la matriz de corte, asumiendo que la matriz está compuesta solo por guillotinas pequeñas con un diámetro de corte uniforme de 0.00381m, la cual está formada por 30 guillotinas pequeñas y asumiendo que la matriz de corte está compuesta solo por guillotinas grandes con un diámetro de corte uniforme de 0.0075m, la cual está formada por 6 guillotinas grandes.

Para ver cuál de los dos casos es el más crítico, y en base a eso hacer la debida selección del motorreductor

Calculo de resistencia de corte de la lámina de oblea

Primero se calcula una fuerza que nos servirá para calcular la resistencia de corte lámina de oblea.

$$T = F * d \quad \text{Ecuación (3.34)}$$

Donde:

$T = \text{Torque motor}$

$F = \text{Fuerza}$

$d = \text{Distancia palanca}$

Despejando F y reemplazando valores se tiene:

$T = 95 \text{ N.m}$

$d = 0.015 \text{ m}$

$$F = \frac{95 \text{ N.m}}{0.015 \text{ m}}$$

$$F = 6333.33 \text{ N}$$

Una vez ya encontrada la fuerza se procede a calcular la resistencia de corte de la lámina de oblea

$$T_{\text{oblea}} = R_c = \frac{F}{A_c} \quad \text{Ecuación (3.35)}$$

Donde:

$T_{\text{oblea}} = R_c = \text{Resistencia de corte lámina de oblea}$

$F = \text{Fuerza}$

$A_c = \text{Área de corte}$

Reemplazando valores se tiene:

$F = 6333.33 \text{ N}$

$A_c = 0.752 \text{ m}^2$

$$T_{\text{oblea}} = R_c = \frac{6333.33 \text{ N}}{0.752 \text{ m}^2}$$

$$T_{\text{oblea}} = R_c = 84219.8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Calculo de fuerzas de corte.

Para el cálculo de las fuerzas de corte existen dos casos:

Primero se asume que la matriz de corte está formada solo con guillotinas pequeñas.

Segundo se asume que la matriz de corte está formada con guillotinas grandes.

Calculo de la fuerza de corte de la matriz conformada por guillotinas pequeñas

Para este cálculo se asume que la matriz de corte, está conformada por 30 guillotinas pequeñas con un diámetro de corte de 0.0381m.

$$F_{cgp} = R_c * A_{cgp} \quad \text{Ecuación (3.36)}$$

Donde:

F_{cgp} = Fuerza de corte (Guillotina Pequeña)

R_c = Resistencia de corte de la lámina de oblea

A_{cgp} = Área de corte de la guillotina pequeña

Los valores remplazados son solo para una guillotina pequeña:

$$R_c = 84219.8 \text{ N/m}^2$$

$$A_{cgp} = 0.0023 \text{ m}^2$$

$$F_{cgp} = \left(84219.8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) (0.0023 \text{ m}^2)$$

$$F_{cgp} = 193,70 \text{ N}$$

Posteriormente se hace para las treinta guillotinas pequeñas.

$$F_{cgp} = 193,70 \text{ N} * 30$$

$$F_{cgp} = 5811 \text{ N}$$

Calculo de la fuerza de corte de la matriz conformada por guillotinas grandes

Para este cálculo se asume que la matriz de corte, está conformada por 6 guillotinas grandes con un diámetro de corte de 0.075m.

$$F_{cgg} = R_c * A_{cgg} \quad \text{Ecuación (3.37)}$$

Donde:

F_{cgg} = Fuerza de corte (Guillotina grande)

R_c = Resistencia de corte de la lámina de oblea

A_{cgg} = Área de corte de la guillotina grande

Los valores remplazados son solo para una guillotina grande:

$$R_c = 84219.8 \text{ N/m}^2$$

$$A_{cgg} = 0.00907 \text{ m}^2$$

$$F_{cgg} = \left(84219.8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) (0.00907 \text{ m}^2)$$

$$F_{cgg} = 763.87 \text{ N}$$

Posteriormente se hace para las seis guillotinas grandes.

$$F_{cgg} = 763.8770 \text{ N} * 6$$

$$F_{cgg} = 4583.24 \text{ N}$$

Una vez que se ha terminado de analizar los dos casos, se llega a la conclusión que el mas critico es el de la matriz de corte conformada por treinta guillotinas pequeñas; el que servirá para realizar el análisis, para poder encontrar la potencia del motorreductor a utilizar en la máquina cortadora de obleas.

Calculo de la potencia del motorreductor

$$P = F_{cgp} * d * \omega \quad \text{Ecuación (3.38)}$$

Donde:

P = Potencia del motorreductor

F_{cgp} = Fuerza de corte (Guillotina pequeña)

d = distancia palanca

ω = Velocidad angular

Los valores remplazados son solo para las guillotinas pequeñas:

$F_{cgp} = 5811 \text{ N}$

$d = 0.015 \text{ m}$

$\omega = 3.504 \text{ rad/s}$

$$P = 5811 \text{ N} * 0.015 \text{ m} * 3.504 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$P = 305.426 \text{ watt}$$

$$P = 0.409 \text{ HP}$$

La potencia encontrada es de 0,409 HP, como en el mercado no existen motorreductores con esa potencia, se procede a seleccionar el que está por encima de este rango encontrado, que en este caso sería el de 1/2 HP, ya que en el mercado si se lo puede encontrar y este sería el apropiado para trabajar en la máquina cortadora de obleas. No se selecciona el de una gama inferior que en este caso será el de 1/3 HP, ya que la máquina cortadora de obleas no podrá realizar el proceso de corte, debido a que la potencia es inferior a la encontrada.

Es por eso que se ha llegado a la conclusión que el actuador eléctrico a utilizarse para la máquina de corte de obleas es un motorreductor de corriente alterna, ya que cumple con las condiciones optimas de funcionamiento, que a continuación en la tabla 3 se presentan.



Figura 53. Aspecto exterior del motorreductor de corriente alterna

En la Tabla 3 se muestran las características del motorreductor de corriente alterna adquirido en el mercado, también podemos ver los datos técnicos del motorreductor en los anexos

Tabla 3. Características del Motorreductor de corriente alterna

Marca:	Weg.
Tipo:	Monofásico.
Revoluciones:	60 rpm.
Potencia:	1/2 HP.
Voltaje:	110 VAC
Amperaje:	4.5 A
Torque:	95N.m
Frecuencia:	60 Hz
Eficiencia:	90 %

3.3.7 ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL

Se ha llegado a la conclusión que el sistema de control diseñado para la máquina de corte de obleas cumple con las características óptimas de funcionamiento como son:

- El circuito de retardo a la activación es un circuito de mucha utilidad, ya que ayuda a evitar que existan erros de funcionamiento en caso de que el operario por cualquier condición adversa realice un funcionamiento inadecuado.
- El circuito del relé de estado sólido en este tipo de aplicación es de mucha ayuda, ya que el sistema de control va a estar sometido a un

constante proceso de activación y desactivación, lo cual si se utiliza un relé electromecánico no se vería justificado ya que los contactos de un relé electro mecánico se desgastan más rápidamente cuando están sometido a un proceso de activación y desactivación constante, lo cual después de cierto tiempo este dispositivo ocasionara un funcionamiento del circuito de control inapropiado; eso es lo que se pretende, evitar que exista un funcionamiento inapropiado del sistema de control, ya que en algunos casos puede ocasionar la destrucción de toda la placa de control y otros dispositivos que depende de este.

- El circuito del dimmer para el control de la velocidad es de mucha ayuda ya que sirve para calibrar y encontrar una velocidad de giro del actuador eléctrico adecuada, variando la frecuencia de entrada, lo cual ayudaría a que el sistema de control, tenga un funcionamiento apropiado evitando que el actuador eléctrico tenga un funcionamiento inapropiado.

También se puede decir que los circuitos que forman parte del tablero de control son los circuitos apropiados que se está buscando para un correcto funcionamiento del mismo, ya que cada uno depende del otro para su correcto funcionamiento.

CAPÍTULO IV.

CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO

4.1 INTRODUCCIÓN

Una vez concluido y verificado el diseño y la selección de todos los elementos del sistema de corte de obleas, se procede a la construcción de los mismos, para ello se utiliza como base los diferentes planos proyectados, la construcción del sistema consta de los siguientes procesos:

- Construcción mecánica.
- Montaje del sistema.
- Pruebas de campo.

4.2 CONSTRUCCIÓN MECÁNICA

En la construcción mecánica están presentes principios y conocimientos técnicos tales como la utilización y manejo de máquinas-herramientas, la selección correcta de los tipos de soldas y la planificación adecuada para tener un orden específico a seguir en la construcción de dicho sistema de corte de obleas.

4.2.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de actividades se encuentra en la Tabla A1, en la parte de los anexos. En éste cronograma se describe de manera cronológica cómo se realiza la construcción de todos los elementos que forman parte del sistema de transmisión, partes mecánicas que componen la máquina y control de la máquina de corte; esta tabla se la puede apreciar de una mejor manera en la parte de los anexos.

4.2.2 MATERIALES

Previo a la construcción de la máquina es esencial seleccionar los materiales en forma adecuada para el buen funcionamiento del sistema de corte de obleas. A continuación se presentan más detalladamente los materiales con

los que se construye cada uno de los elementos que forman parte de dicha máquina.

4.2.2.1 Estructura metálica

La estructura de la máquina de corte de obleas se construye con ángulos en forma de L de acero ASTM A36 de 50 mm x 50 mm x 5 mm, unidos entre sí mediante suelda de arco eléctrico, en el proceso de soldado se utilizan electrodos E6011 para darle la mayor resistencia y estabilidad a la misma; la imagen de la estructura mecánica, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos.

4.2.2.2 Paredes de la máquina

Las paredes exteriores de la máquina de corte de obleas se construyen con planchas de acero inoxidable 430 - BA (Brillante) de 1.20 m x 2.40 m de 1 mm de espesor; la imagen de las paredes de la máquina, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos.

4.2.2.3 Base de soporte de los ejes

La base de soporte de los ejes se construye con planchas de acero ASTM A36 de 1.20 m x 2.40 m de 40 mm de espesor, para darle la mayor resistencia y estabilidad a la misma; la imagen de la base de soporte de los ejes, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos.

La base de soporte de los ejes se construye con planchas de acero ASTM A36 de 38 mm de espesor, para darle estabilidad a la máquina y así evitar que existan vibraciones al momento que se trabaje, también para que soporte el peso y la fuerza a la que va a estar sometida por parte de la base de soporte de la matriz de corte y por parte de la matriz de corte.

4.2.2.4 Ángulos de sujeción para la base de soporte de los ejes

Los ángulos de sujeción para la base de soporte de los ejes se construyen con ángulos en forma de L de acero ASTM A36 de 40 mm x 40 mm x 3 mm, la imagen de los ángulos de sujeción para la base de soporte de los ejes, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos.

4.2.2.5 Matriz de corte

La matriz de corte se construye con planchas de acero inoxidable AISI 304 de 1.20 m x 2.40 m de 18 mm de espesor, también con tubos redondos de acero inoxidable AISI 304 de 38.1 mm de diámetro y 3 mm de espesor para los diámetros de corte pequeño; para los diámetros de corte grandes se utilizan tubos redondos de acero inoxidable AISI 304 de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor.

Para asegurar y evitar que las guillotinas se salgan se procedió a hacer un pequeño rebordo en los tubos en la parte inferior y en la parte superior se procedió a utilizar seguros omega para los tubos pequeños y para los tubos grandes; la imagen de la matriz de corte, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos.

La forma de la matriz de corte se someten a los requerimientos presentados por las hermanas del monasterio “Corazón de Jesús”, por producir hostias grandes y pequeñas en una sola lámina de obleas, de ahí nace la idea de realizar una matriz de corte mixta, también los tamaños de las guillotinas grandes y pequeñas son requeridos por las hermanas, ya que los párrocos de las iglesias que compran las hostias sugieren un diámetro aproximado de 3.5 cm a 4cm en las hostias pequeñas y las hostias grandes con un diámetro aproximado de 7cm a 8cm, es por eso que las hermanas sugieren que los diámetros de las hostias pequeñas sean de 3,81 cm y de las hostias grandes de 7,5 cm, porque se encuentran dentro de los rangos sugeridos por los párrocos que compran las hostias.

4.2.2.6 Porta matriz de corte

El porta matriz de corte se construye con planchas de acero inoxidable AISI 304 de 1.20 m x 2.40 m de 12 mm de espesor; la imagen del porta matriz de corte, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos.

El porta matriz de corte se procedió a realizarlo en acero inoxidable AISI 304, porque estará sometido a un proceso constante de contacto con las láminas de obleas humedecidas, ya que este es altamente resistente a la

suciedad y corrosión, con un excelente factor de higiene, limpieza determinante para trabajar en contacto con láminas de obleas humedecidas

El grosor del porta matriz de corte es de 1.2cm ya que en algunos casos puede haber contacto con las guillotinas de la matriz de corte, si se pondría un porta matriz de corte más delgado podría doblarse debido a la fuerza que se ejerce por parte de las guillotinas de la matriz de corte.

4.2.2.7 Ejes

Los ejes se construyen con una varilla cilíndrica de acero de transmisión EF 1018 de 40 mm de diámetro y 1.40 m de longitud, para darles mayor resistencia y estabilidad a los mismos al momento de realizar el proceso de corte; la imagen de los ejes, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos.

4.2.2.8 Resortes

Los resortes se construyen con alambre de acero ASTM A227 estirado en frío de 3 mm de diámetro y 1.40 m de longitud, para darles mayor resistencia, estabilidad a los mismos y eliminar las oscilaciones al momento de realizar el proceso de corte; la imagen de los resortes, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos.

Los resortes se fabrican con alambre de acero ASTM A227 estirado en frío, porque tienen un alto índice de resistencia a la tracción y son muy utilizados en la fabricación de resortes que van a estar sometidos a un proceso constante de funcionamiento.

4.2.2.9 Protección mecánica

La protección mecánica se construye con planchas acero inoxidable 430 - BA (Brillante) de 1.20 m x 2.40 m de 1 mm de espesor; la imagen de la protección mecánica, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos.

4.2.2.10 Sistema biela manivela

El sistema biela manivela se construye con una platina de acero ASTM A36 de 3 mm x 50 mm, para darle mayor resistencia y estabilidad al momento de realizar el proceso de corte, evitando que existan vibraciones; la imagen del

sistema biela manivela, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos.

4.2.2.11 Canaleta de deslizamiento

La canaleta de deslizamiento se construye con planchas de acero inoxidable 430 - BA (Brillante) de 1.20 m x 2.40 m de 1 mm de espesor, ya que va a estar en contacto con las hostias al momento que estas caigan; la imagen de la canaleta de deslizamiento, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos..

4.2.2.12 Barra de agarre de los ejes

La barra de agarre de los ejes se construye con una platina de acero ASTM A36 de 15 mm x 75 mm, para darle mayor resistencia y estabilidad a la misma al momento de realizar el proceso de corte, evitando que los ejes generen vibración, también deflexiones producidas por la fuerza ejercida hacia la viga por parte del sistema biela manivela; la imagen de la barra de agarre de los ejes, se la puede apreciar en la parte de los anexos, en la sección de planos mecánicos.

4.2.3 TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

4.2.3.1 Trazado y Corte

- **Trazado**

Para realizar esta operación generalmente se utiliza un flexómetro, rayador y una escuadra.

- **Corte**

Luego del trazado se procede al corte, los perfiles en L, la platina, los tubos redondos se pueden cortar con la ayuda de una sierra.

Las planchas de acero de 1 mm de espesor por tratarse de un material muy delgado, se usa una cizalla para efectuar su corte.

También para las planchas de acero de 1mm se puede cortar con la amoladora y un disco de corte de metales, las partes que ya no puede cortar la cizalla o la sierra de arco.

Para el corte de planchas de espesor considerables desde 5mm hasta 25.4 mm, se emplea un equipo de corte por plasma. Con este proceso se obtiene cortes de gran precisión y elevada calidad de todos aquellos materiales que conduzcan la electricidad.

Para el corte de planchas de espesor considerables desde 25.4 mm hasta 76.2 mm se emplea un equipo de corte por pantógrafo. Con este proceso se obtiene cortes de gran precisión y elevada calidad de todos aquellos materiales que se encuentren en estos rangos de espesor.

4.2.3.2 Proceso de Soldadura

Para la unión de las piezas antes realizadas se lo efectúa por secciones:

1. Se unen los perfiles en L para formar la estructura de la máquina.
2. Una vez que se ha doblado las paredes de la caja en la cual va a ir el tablero de control, se procede a soldar las esquinas.
3. Se une las bisagras y las paredes de la protección mecánica.

- **Proceso de suelda con arco eléctrico**

El proceso de suelda con arco eléctrico, consiste en formar un cordón a lo largo de todas las uniones, en los perfiles en L de acero de 5 mm de espesor.

- **Proceso de suelda eléctrica MIG**

El proceso de suelda eléctrica MIG se utiliza para unir las esquinas de la caja del tablero de control, para unir un par de bisagras con la puerta que tiene la máquina de corte de obleas; se emplea este tipo de soldadura por su facilidad para unir láminas de acero de 1 mm de espesor.

4.2.3.3 Esmerilado y Pulido

Para tener un acabado superficial óptimo se procede a esmerilar las rebabas o cualquier otro defecto producido por los procedimientos de soldaduras, para esta operación se usa la amoladora con un disco abrasivo de esmerilado.

4.2.3.4 Taladrado

Para hacer los orificios en la porta matriz de corte y la matriz de corte se utiliza un taladro, para esta operación se usa una broca de un diámetro de 38.1 mm.

También para unir las de mas partes que forman parte de la máquina cortadora de obleas.

4.3 MONTAJE DEL SISTEMA

Para el montaje de todo el sistema se dividirá en dos partes, esto nos servirá para facilitar un poco el trabajo, las partes de montaje de las cuales está compuesto son: montaje del sistema mecánico y montaje del sistema eléctrico y panel de control.

4.3.1 MONTAJE DEL SISTEMA MECÁNICO

Una vez cortadas y soldadas cada una de las partes se procede al ensamblaje o montaje, este proceso se lleva a cabo en tres secciones que facilitan el montaje del sistema.

4.3.1.1 Estructura, canaleta de deslizamiento y porta base de soporte de los ejes

Constituida principalmente por la Estructura, porta base de soporte de los ejes y canaleta de deslizamiento, la canaleta de deslizamiento será unida mediante tornillos y tuercas, como se ve en la figura 54.



a) Estructura



b) Canaleta de dezlizamiento



c) Porta base de soporte de los ejes

Figura 54. Montaje de la estructura, canaleta de deslizamiento y porta base de soporte de los ejes

4.3.1.2 Porta matriz de corte, resortes, ejes, matriz de corte, y protección mecánica.

Las siguientes componentes son de mucha importancia en el montaje del sistema mecánico, constituido por las siguientes partes: porta matriz de corte, resortes, ejes, matriz de corte y protección mecánica, como se ve en la figura 55.



a) Porta matriz de corte



b) Muelles



c) Ejes



d) Matriz de corte



e) Protección mecánica

Figura 55. Montaje del porta matriz de corte, mulles, ejes, matriz de corte, y protección mecánica

4.3.1.3 Barra de agarre de los ejes, motorreductor y sistema biela manivela

Los siguientes componentes son de vital importancia para la máquina, ya que son los que van a realizar el movimiento para realizar el corte de la lámina de obleas, estos componentes son: barra de agarre de los ejes, sistema biela manivela y motorreductor, como se ve en la figura 56.



a) Barra de agarre de los ejes



b) Motorreductor



c) Sistema biela manivela

Figura 56. Montaje de la barra de agarre de los ejes, motorreductor y sistema biela manivela

4.3.1.4 Montaje de las paredes y puerta

Las siguientes componentes son de mucha importancia en el montaje del sistema mecánico, ya que servirán para dar un realce al acabado a la máquina, como se ve en la figura 57.



a) Pared frontal



b) Pared lateral derecha



d) Pared lateral izquierda



c) Puerta

Figura 57. Montaje de las paredes y puerta

4.3.2 MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y PANEL DE CONTROL

Una vez realizado las placas y soldado cada uno de los componentes electrónicos que forman parte del sistema de control se procede al montaje del sistema.

4.3.2.1 Consideraciones para el montaje eléctrico

Para el desarrollo de este proyecto el cableado eléctrico cumple un papel importante, ya que gracias a un buen trabajo se obtendrán buenos resultados, basado en las normas NFPA, para las debidas selecciones del grosor del cable.

Se ha dividido en cinco fases.

- Alimentación principal.
- Tablero de control.
- Ubicación del tablero de control.
- Conexiones internas en el tablero de control.
- Cableado del motorreductor.

4.3.2.2 Alimentación principal

La alimentación principal del tablero de control de la máquina cortadora de obleas se la realiza de una toma corriente mediante un enchufe, como los que se pueden encontrar en cualquier instalación eléctrica de cualquier casa.

La alimentación del tablero de control se la realizara con 110 Voltios en corriente alterna, utilizando un cable # 18AWG cuyo valor se tomo de la tabla AWG que se detalla en los anexos y con 5 Voltios en corriente directa, para su correcto funcionamiento; para la alimentación de 5 Voltios se utilizara una fuente de voltaje directa variable, ubicada en el interior del gabinete, utilizando un cable # 18AWG, ver Figura 58.

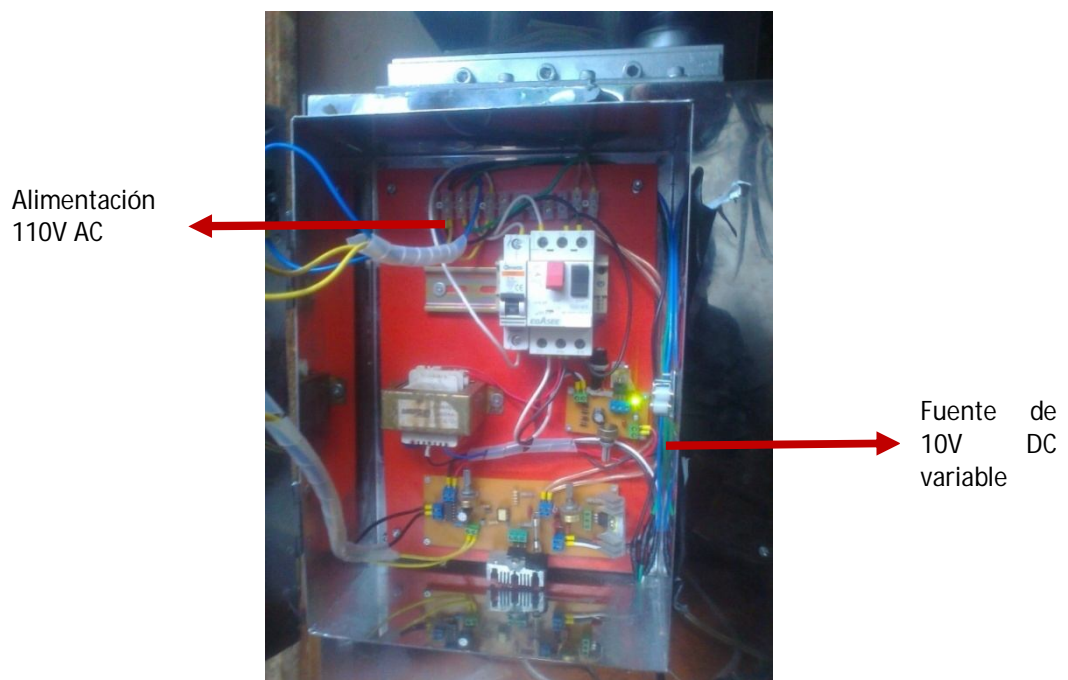


Figura 58. Alimentación del tablero de control

4.3.2.3 Tablero de control

El montaje del tablero de control se lo realiza en un gabinete de dimensiones 34x24x13 cm para realizar el cableado con los demás elementos.

Los cables de alimentación y señales deben tener un tendido correcto. Evitar longitudes de cable innecesarias, de este modo se mantienen más pequeñas las capacitancias e inductancias de acoplamiento.

En la figura 59 se indica la parte interna del gabinete de control con sus elementos de control que se enumeran a continuación.

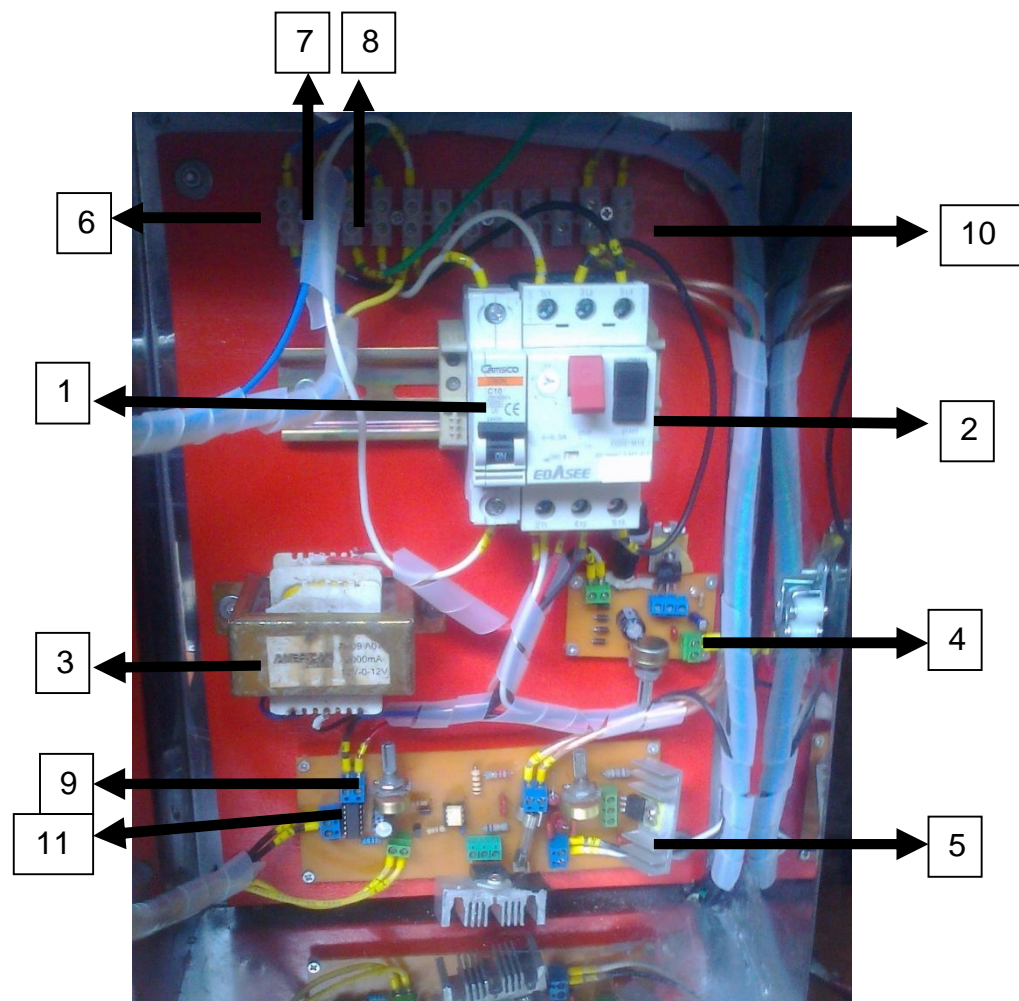


Figura 59. Vista interna del gabinete del tablero de control

1. Breaker de encendido
2. Guarda motor
3. Transformador de 110V a 12V
4. Fuente de voltaje directo de 5V
5. Circuito de control máquina cortadora de obleas

6. Bornera de conexión 110V AC línea
7. Bornera de conexión 110V AC Neutro
8. Bornera de conexión 110V AC tierra
9. Bornera de conexión de 5V DC positivo y 0V DC tierra
10. Bornera de conexión de motorreductor
11. Bornera de conexión de pulsador de activación del sistema de corte

La parte externa del tablero de control se encuentra instalado las luces de encendido (luz verde), un ciclo en proceso (luz verde), el botón de parada de emergencia y un pulsador activación del sistema, como a continuación se ilustra en la figura 60.



Figura 60. Vista externa del gabinete del tablero de control

4.3.2.4 Ubicación del tablero de control

Una vez realizado el tablero se procedió a la ubicación del mismo, la ubicación se la realizó en la pared lateral derecha en la parte superior de la máquina para facilitar el uso al operario y el mantenimiento del mismo, ver en la Figura 61.



Figura 61. Ubicación del tablero de control

4.3.2.5 Conexiones internas en el tablero de control

Para la implementación de las conexiones internas se siguieron una serie de pasos.

Distribución de espacios, para ello se ubicó un doble fondo como aislante para una correcta ubicación de los elementos, como se ve en la figura 62.



Figura 62. Distribución de elementos

Posteriormente se procede a realizar las conexiones eléctricas de los diferentes elementos que componen el tablero de control, tanto en la parte interna como externa con sus respectivos etiquetados como en el plano eléctrico ubicado en la parte de los anexos, para ello se emplea un tipo de cable # 18AWG; ya que los valores de corrientes que se van a manejar están en los rangos de 1 a 2,5 Amperios, los elementos a conectar son:

breaker de encendido del sistema, luces piloto verdes, paro de emergencia, pulsador, transformador., guarda motor, borneras, fuente variable continua y tarjeta del circuito de control, ver en la figura 63.

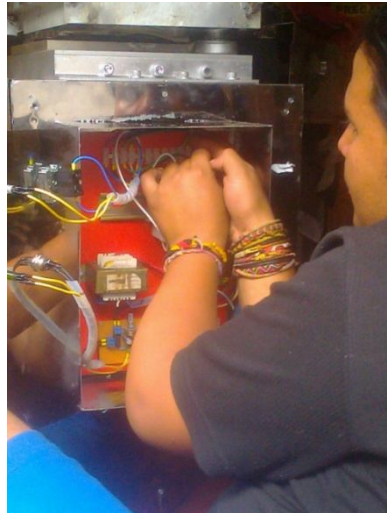


Figura 63. Conexiones internas en el tablero de control

4.3.2.6 Cableado del motorreductor

Para el cableado del motorreductor se emplea un tipo de cable # 14AWG, ya que la corriente que se va a manejar es de 6 amperios, como se especifica en la tabla de control del motor y para la selección del cable a utilizar nos basamos en la tabla de cables AWG; el cableado se lo realizara de la placa de control al guarda motor y del guarda motor a el motor.

El tendido del cableado del motor hacia el tablero de control, debe ser lo más preciso posible, para evitar que se genere cualquier problema de funcionamiento por un tendido inadecuado del cableado eléctrico, como se ve en la figura 64.



Figura 64. Cableado del motorreductor

4.4 PRUEBAS DE CAMPO

Las pruebas de campo que se realizan, son para ver si el sistema de corte de obleas trabaja de una forma adecuada, y no tenga ningún déficit tanto en conexiones eléctricas, ni al momento que se esté realizando el proceso de corte.

4.4.1 PRUEBAS A LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS

Luego que se instalo el gabinete que contiene los elementos del tablero de control en su sitio, se procede a realizar una prueba de continuidad en el gabinete del tablero de control, como se ve en la figura 65.

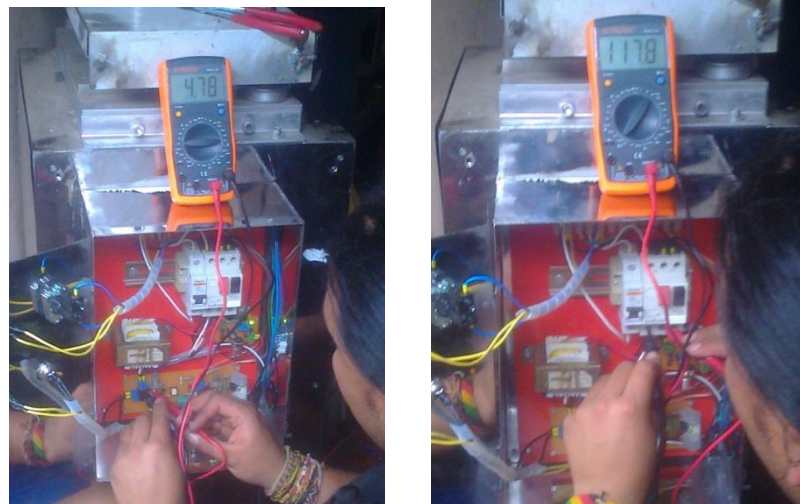


Figura 65. Pruebas de continuidad en los elementos

Con el uso de un multímetro, seleccionando la función continuidad y la ayuda de los planos eléctricos del proyecto ubicado en la parte de los

anexos, se revisa las interconexiones de los elementos, tanto en el tablero de control como en la conexión de los actuadores eléctricos y las conexiones de entrada y salida del circuito de control.

Se alimenta con una tensión AC al gabinete que contiene los circuitos eléctricos de control y con el uso de un multímetro se revisó los voltajes presentes en el circuito de control on delay, relé de estado sólido, dimmer, fuente variable DC (Figura 66) y luego en los elementos del tablero de control.



a) Alimentacion DC

b) Alimentacion AC

Figura 66. Prueba de alimentación del tablero de control

4.4.2 PRUEBAS EN EL PROCESO DE CORTE

Las pruebas que se realizó en el proceso de corte, sirvieron para darse cuenta si la velocidad de corte es la adecuada, como no es la adecuada se procedió a regular hasta encontrar la adecuada, para evitar que se generen perdidas de materia prima, como se observa en la figura 67:

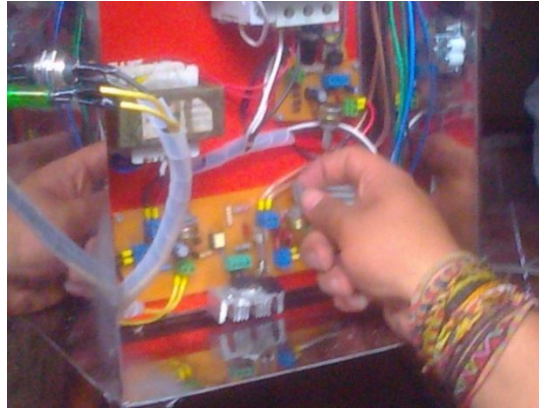


Figura 67. Calibración de la velocidad de la matriz de corte

Una vez logrado la calibración de la velocidad de corte se procedió a realizar procesos de corte, para observar si el proceso de corte es adecuado y también para observar si se redujeron las pérdidas de materia prima, como se ilustra en la siguiente figura 68



Figura 68. Proceso de corte de láminas de obleas

Los resultados obtenidos al final del proceso de corte son los que se esperaban, ya que así se redujo en su mayoría la pérdida de materia prima, ver en la figura 69.



Figura 69. Producto obtenido del proceso de corte

4.4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.4.3.1 Características preliminares

Antes de la implementación del proyecto se registraba pérdidas de materia prima al momento de cortar, en algunos casos las láminas de obleas no tenían un adecuado proceso de humidificación o de corte, ya que las máquinas con las que contaban estaban obsoletas debido al paso del tiempo; razón por la cual alcanzar un proceso de corte adecuado, tomaba más tiempo.

Se registraba un promedio de pérdida entre un 20% a 40%, porcentaje que depende directamente de la calidad de la lámina de obleas, del correcto proceso de humidificación y de un adecuado proceso de corte.

4.4.3.2 Beneficios obtenidos

Mantener la velocidad de la matriz de corte adecuada en la máquina de corte de obleas y controlar la velocidad con el dimmer en caso de que se pierda velocidad en la matriz de corte que pueden generar daños al momento de cortar la lámina de obleas.

Mantener el tiempo del temporizador entre unos 3seg a 5seg, evitando que el motorreductor trabaje arbitrariamente.

Mantener un adecuado proceso de cocción y humidificación en los procesos anteriores, para reducir las pérdidas que pueden generarse por ruptura o trizamiento en el proceso de corte, así se lograra reducir las pérdidas en su mayoría.

Al controlar la velocidad de la matriz de corte se lograra mantener un proceso de corte de la lámina de obleas adecuado y por lo tanto se optimizara los recursos, disminuyendo la pérdida de materia prima.

La máquina cortadora de obleas cortara una lámina de obleas de 30 x 22 cm, en la que se encuentran 25 hostias pequeñas y dos grandes.

La producción por hora dependerá de la velocidad del operario para la ubicación de la lámina de obleas, el corte y el retiramiento de la materia prima sobrante.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha logrado diseñar y construir de una máquina cortadora de obleas con un sistema de mecanización para la producción de hostias a partir de las láminas de obleas realizadas en el proceso de cocción, a ser utilizadas en las iglesias en el acto de la comunión al momento de la celebración de la eucaristía.

El parámetro de mucha influencia para la producción de hostias, es la velocidad de la matriz de corte, ya que es la encargada de realizar el corte de la lámina de obleas, para la producción de hostias.

El sistema de control está diseñado de acuerdo a los requerimientos de la máquina de corte de obleas, cada componente tiene características diferentes de funcionamiento por lo que las protecciones eléctricas están dimensionadas para evitar que existan accidentes, ya que el sistema de control maneja un voltaje mínimo en corriente directa y un voltaje máximo en corriente alterna.

La incorporación de un sistema de mecanización ha permitido llevar un proceso controlado en la producción de hostias, a través de la utilización de dispositivos eléctricos y actuadores. De esta manera se ha logrado efectivizar y conseguir la producción deseada en óptimas condiciones, disminuyendo pérdidas por ruptura y trizamiento.

La eficiencia en la producción de hostias depende tanto del control de la variable interviniente en el proceso de corte, así como la calidad y tipo de lámina de oblea, con un adecuado proceso de humidificación y lo más importante el corte para obtener un producto terminado como son las hostias en óptimas condiciones.

El diseño del manual de usuario y mantenimiento para la máquina, ayuda para que el operario pueda utilizar la máquina de una manera más eficiente, y para que pueda realizar un adecuado proceso de mantenimiento.

El diseño del sistema de producción de hostias desarrollado y aplicado en el monasterio “Corazón de Jesús”, de acuerdo al estudio financiero realizado en el anteproyecto es económicamente factible y rentable.

RECOMENDACIONES

Las máquinas cortadoras de obleas que existen en la actualidad en el país son escasas y muy costosas, no cuentan con las características tecnológicas que mejoren el proceso por el cual se generan pérdidas en la producción, por lo tanto es recomendable que la tecnología se incluya en este tipo de propuestas. Las máquinas cortadoras de obleas que existen en la actualidad en el exterior son sumamente costosas y para las personas que se dedican a la producción de hostias no se vería justificado.

Al momento que se esté trabajando en la producción de hostias se recomienda que se encuentre una velocidad adecuada, ya que si la velocidad establecida se descalibra, se generaran pérdidas al momento que se esté cortando y esos es lo que se pretende reducir

El diseño de la máquina de corte de obleas actual fue desarrollado en base a los requerimientos de las hermanas del monasterio “Corazón de Jesús” sector Bellavista – San Antonio de Ibarra en donde se aplica, siendo así, que para su aplicación en otros conventos o sectores dedicados a la producción de hostias, es necesario rediseñar en base a las necesidades que estos presenten y con sus debidas protecciones mecánicas y eléctricas para evitar accidentes.

El proceso de mecanización de la máquina cortadora de obleas fue diseñado lo más sencillo y adecuado en lo posible, ya que esta máquina va a ser instalada en un monasterio, es decir que su funcionamiento se lo puede realizar por cualquier hermana de este monasterio.

Al diseñar y construir una máquina de corte de obleas de estas características, se debe realizar las debidas investigaciones para su posterior fabricación, ya que la información para el diseño de una máquina de corte de obleas, es sumamente escasa; para así, reducir los costos de fabricación de la máquina y a la vez esta sea rentable en el mercado.

El uso de materiales existentes en el mercado nacional permite reducir el costo de fabricación, a su vez es menor el tiempo para la construcción de la máquina ya que no se está dependiendo de terceros. Es importante señalar

que reducir costos no implica escoger materiales que puedan fallar, sino que sean materiales que estén en óptimas condiciones para ser utilizados.

El uso de componentes robustos en diseño de una máquina cortadora de obleas garantizan mayor durabilidad de los sistemas que están formando parte de esta máquina, se evita de estar dando mantenimientos periódicos a la máquina, que en algunos casos paralizan la producción y generan pérdidas por no tener un funcionamiento de la máquina.

Se recomienda basarse en el manual de usuario y mantenimiento para realizar un adecuado proceso de mantenimiento en la máquina, para evitar alguna accidente por parte del operario o de la persona que esté realizando el mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ponce P. (2008). *Máquinas eléctricas y técnicas modernas de control*. (1ra Edición). México: Editorial Alfaomega.
2. Alciatore, David G.;Hiland, Michael B. (2008). *Introducción a la mecatrónica y los sistemas de medición*. México: Editorial McGraw-Hill.
3. Fraile M.J. (2008). *Máquinas eléctricas*. (6ta Edición.). España: McGraw-Hill.
4. Norton. Robert L. (2009). *Diseño de máquinas*. Cuarta Edición. Editorial PEARSON. México.
5. MOTT, Robert L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. (4ta Edición). México. Editorial PEARSON.
6. Wildi T. (2007). *Máquinas Eléctricas Y Sistemas de Potencia*. (6ta Edición). México: Editorial PEARSON.
7. Beer Ferdinand P, E.Russell Johnston, John T. Dewolf. (2004). *Mecánica de materiales*. (3ra Edición). México. Editorial McGraw-Hill.
8. Budynas, R. & Nisbett, (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. (8va Edición). México. Editorial McGraw-Hill.
9. Degarmo, E. (2006). *Materiales y procesos de fabricación*. (2da Edición). Barcelona. Editorial Reverté S.A.
10. Maloney Timothy, J. (2006). *Electrónica industrial moderna*. (5ta Edición). México. Editorial PEARSON.
11. James G. Stallcup. (1996). *Stallcups Electrical Desing Book*. United States of America. Grayboy Publishing
12. National Fire Protection Association. (1993). *National Electrical Code*. United States of America. Copyriht
13. Penitsch Joseph. *Bread Designs as "Symbols"*

14. Giménez Carlos. (2013). *Maquinaria para la elaboración de hostias para el culto*. Recuperado el 13 de Abril del 2013, de www.formasgimenez.com. España
15. Kissing Uta. (2001) *Kissing News*. Recuperado el 14 de Abril del 2013, de www.kissing-menden.com. Alemania
16. Kissing Uta Su. (2002). *Novedades en la fabricación de hostias*. Recuperado el 13 de Abril del 2013, de www.uww.de/kissing. Alemania
17. Papini Elio. (1958). *Máquinas para la producción de hostias sagradas*. Recuperado el 14 de Abril del 2013, de http://www.giulianopapini.com/es/PAPINI_Officine_4_ANTE-E.pdf. Italia
18. *Formulario de vigas*. Recuperado el 13 de Febrero del 2014, de <http://personales.upv.es/fbardisa/Pdf/FormularioVigas.pdf>
19. *Estructuras metálicas - Material de apoyo*. Recuperado el 13 de marzo del 2014, de <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/25612/1/Estructuras%20Met%C3%A1licas%20-%20Material%20apoyo.pdf>
20. Anónimo, *Clasificación de los Aceros Inoxidables*. Recuperado el 10 de Abril del 2013, de <http://bonnet.es/clasificacionacerinox.pdf>
21. Metales Industriales, *Aceros Inoxidables*. Recuperado el 13 de Abril del 2013, de http://www.metalesindustriales.com/media/File/aceros_inoxidables.pdf
22. BKB Máquinaria, *Reductores y Motorreductores*. Recuperado el 3 de Mayo del 2013, de <http://www.bkbmaquinaria.com/reductores.html>
23. SCHNEIDE, *Esquemas eléctricos básicos*. Recuperado el 10 de Mayo del 2013, de http://www.schneider-electric.com.ar/documents/recursos/myce/capitulo08_1907.pdf
24. ASLAN, *Documentación eléctrica*. Recuperado el 15 de Mayo del 2013, de <http://www.ipmaslan>

25. *Sistema de transmisión*, Recuperado el 3 de Junio del 2013, de www.emc.uji.es/d/IngMecDoc/Mecanismos/Engranajes/EngrCilindr.html
26. *Control de la velocidad de motores de inducción*, Recuperado el 10 de Julio del 2013, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/salvatori_a_m/capitulo3.pdf
27. José Carlos Villajulca, *Métodos de control de la velocidad en motores AC*. Recuperado el 10 de Julio del 2013, de <http://Métodos de control de velocidad en motores AC.htm>
28. *Catálogo de moto reductora ROSSI*. Recuperado el 5 de Junio del 2013, de [www.rossigroup.com/DownloadWeb/\(51zbvxatx1jkxo452rxgmg55\)/GetAndShowDocument.aspx?docId=7410&lan=es&ACWeb=277&DocLan=es](http://www.rossigroup.com/DownloadWeb/(51zbvxatx1jkxo452rxgmg55)/GetAndShowDocument.aspx?docId=7410&lan=es&ACWeb=277&DocLan=es)

ANEXOS

ANEXO A Diámetros de alambres disponibles para la fabricación de resortes

TABLA 13-2
Diámetros de alambres preferidos

U.S. (in)	SI (mm)
0.004	0.10
0.005	0.12
0.006	0.16
0.008	0.20
0.010	0.25
0.012	0.30
0.014	0.35
0.016	0.40
0.018	0.45
0.020	0.50
0.022	0.55
0.024	0.60
0.026	0.65
0.028	0.70
0.030	0.80
0.035	0.90
0.038	1.00
0.042	1.10
0.045	
0.048	1.20
0.051	
0.055	1.40
0.059	
0.063	1.60
0.067	
0.072	1.80
0.076	
0.081	2.00
0.085	2.20
0.092	
0.098	2.50
0.105	
0.112	2.80
0.125	3.00
0.135	3.50
0.148	
0.162	4.00
0.177	4.50
0.192	5.00
0.207	5.50
0.225	6.00
0.250	6.50
0.281	7.00
0.312	8.00
0.343	9.00
0.362	
0.375	
0.406	10.0
0.437	11.0
0.469	12.0
0.500	13.0
0.531	14.0
0.562	15.0
0.625	16.0

ANEXO B. Coeficientes cálculo de la resistencia máxima a la tensión

TABLA 13-4 Coeficientes y exponentes para la ecuación 13.3

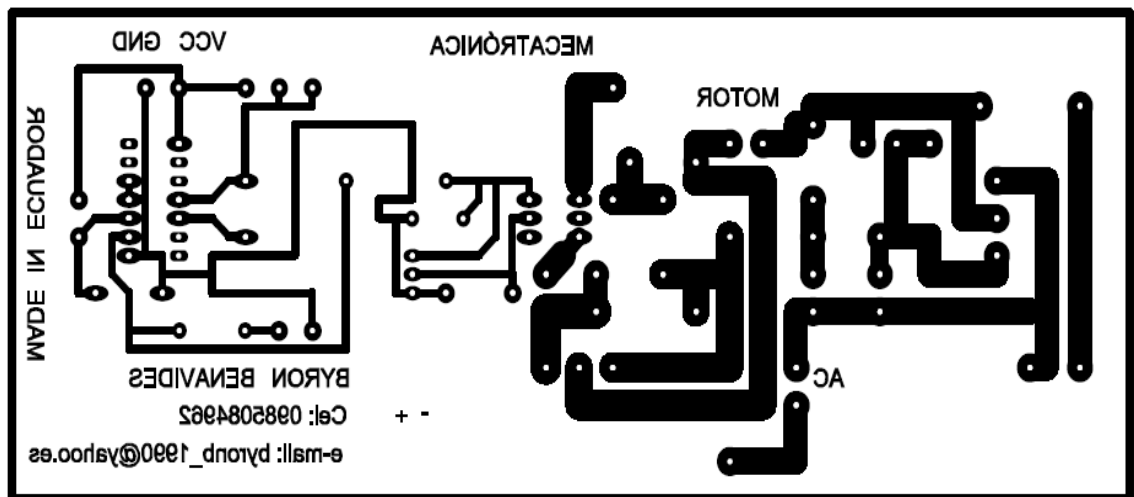
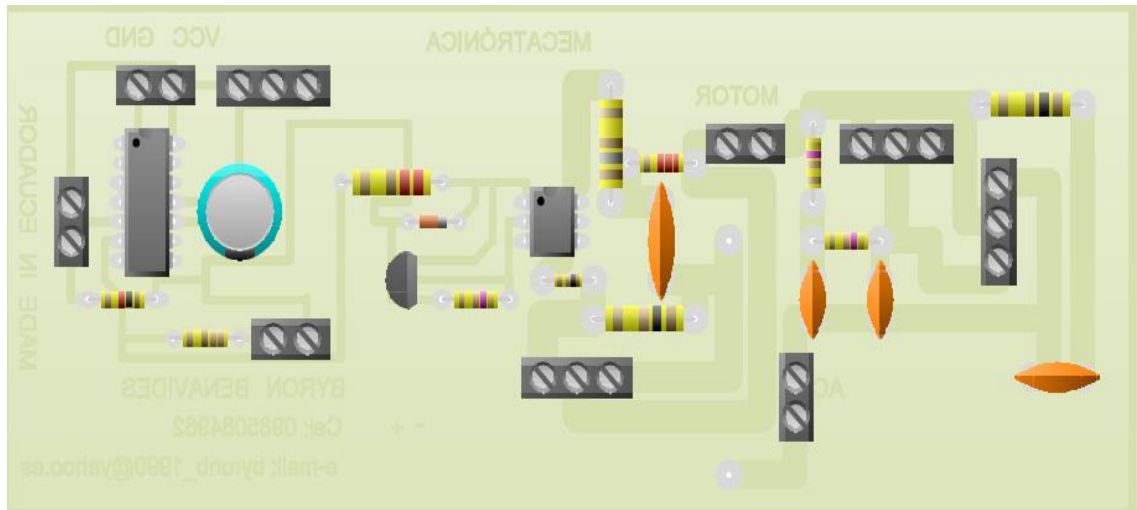
Fuente: Referencia 1

ASTM #	Material	Rango		Exponente <i>b</i>	Coeficiente A		Factor de correlación
		mm	in		MPa	psi	
A227	Estirado en frío	0.5-16	0.020-0.625	-0.182 2	1 753.3	141 040	0.998
A228	Alambre de piano	0.3-6	0.010-0.250	-0.1625	2 153.5	184 649	0.9997
A229	Revenido en aceite	0.5-16	0.020-0.625	-0.183 3	1 831.2	146 780	0.999
A232	Cromo vanadio	0.5-12	0.020-0.500	-0.145 3	1 909.9	173 128	0.998
A401	Cromo silicio	0.8-11	0.031-0.437	-0.093 4	2 059.2	220 779	0.991

ANEXO C. Limite elástico a la tensión S_{ys} para resortes helicoidales a la compresión en aplicaciones estáticas

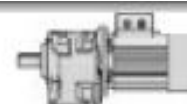
Material	Porcentaje máximo de la resistencia máxima a la tensión	
	Antes del asentamiento (utilice la ecuación 13.9b)	Después del asentamiento (utilice la ecuación 13.8b)
Acero al carbono patentado y estirado en frío	45%	60-70%
Acero al carbono endurecido y revenido de baja aleación	50	65-75
Acero inoxidable austenítico	35	55-65
Aleaciones no ferrosas	35	55-65

ANEXO E. PCB del dispositivo de control máquina de corte de obleas



ANEXO F. Características del Motorreductor

8 Programa de fabricación (motorreductores)
8 - Programme de fabrication (motorréducteurs)



P ₁ kW	n ₂ rpm	M ₂ cM	i	Reductor - Motor		i	P ₁ kW	n ₂ rpm	M ₂ cM	i	Reductor - Motor		i
				20							20		
0,65	73,0	7	1,9	MR 2i 50 - 80 B	5	12,2	0,75	9,38	73	1,8	MR 3i 100 - 90 S	5	96,2
	73,6	7	2,5	MR 2i 51 - 80 B	5	12,2		9,38	73	2,38	MR 3i 101 - 90 S	5	96,2
	73,7	6,9	1	MR 3i 40 - 71 C	4	19		11,1	62	1	MR 3i 80 - 80 B	4	126
	73,7	6,8	1,10	MR 3i 41 - 71 C	4	19		11,1	62	1,10	MR 3i 81 - 80 B	4	126
	76,6	6,7	2	MR 2i 60 - 71 C	4	18,3		11,6	60	2,24	MR 3i 100 - 90 S	5	77,9
	76,6	6,7	2,65	MR 2i 61 - 71 C	4	18,3		11,6	60	3	MR 3i 101 - 90 S	5	77,9
	76,6	6,7	1	MR 2i 40 - 80 B	5	11,0		13,0	49,6	1,32	MR 3i 90 - 90 B	4	101
	78,6	6,7	1,14	MR 2i 41 - 80 B	5	11,4		13,0	49,6	1,0	MR 3i 91 - 90 B	4	101
	77,9	6,5	2,36	MR 3i 50 - 80 A	4	18		14,1	48,7	2,65	MR 3i 100 - 90 S	5	63,0
	77,9	6,5	3,35	MR 3i 51 - 80 A	4	18		16,6	41,6	0,8	MR 3i 63 - 80 C	5	54,5
	85	6,1	2,30	MR 2i 50 - 71 C	4	14,5		10,5	41,0	1	MR 3i 84 - 80 C	5	54,5
	86	6,1	3,15	MR 2i 51 - 71 C	4	14,5		16,6	41,6	1,6	MR 3i 85 - 80 B	4	65,4
	86,2	6	1,12	MR 2i 40 - 80 B	5	10,6		16,6	41,6	2,13	MR 3i 81 - 80 B	4	64,6
	86,2	6	1,4	MR 2i 41 - 80 B	5	10,6		17	40,6	3,35	MR 3i 100 - 90 S	5	53,1
	86,4	5,9	2,65	MR 3i 50 - 80 A	4	16,3		18,1	38,1	1,0	MR 3i 90 - 90 C	4	40,8
	86,4	6	0,90	MR 2i 40 - 71 C	4	16,2		18,1	38,1	2,36	MR 3i 91 - 90 C	4	40,8
	92,2	5,5	1	MR 3i 40 - 71 C	4	15,2		18,4	37,4	1,10	MR 3i 64 - 80 C	5	40,9
	93,9	5,5	2,49	MR 2i 50 - 71 C	4	14,9		18,8	36,5	0,85	MR 3i 63 - 80 B	4	74,3
	94,2	5,5	2,24	MR 2i 50 - 80 A	4	14,9		19,0	36,5	1	MR 3i 64 - 80 B	4	74,3
	96,6	5,4	1,6	MR 2i 41 - 80 B	5	9,41		19,2	35,4	0,95	MR 3i 83 - 90 S	5	46,9
	102	5,1	2,0	MR 2i 50 - 71 C	4	13,0		19,2	35,8	1,25	MR 3i 64 - 90 S	5	46,9
	106	4,99	1,32	MR 2i 40 - 71 C	4	13,3		20,4	33,8	1	MR 3i 63 - 80 C	5	44,2
	106	4,99	1,4	MR 2i 41 - 71 C	4	13,3		20,4	33,8	1,32	MR 3i 64 - 90 C	5	44,2
	112	4,59	3,15	MR 2i 50 - 71 C	4	12,5		21,1	32,6	2	MR 3i 90 - 90 B	4	60,3
	112	4,56	1,5	MR 2i 40 - 80 B	5	7,99		21,1	32,6	2,65	MR 3i 81 - 80 B	4	66,3
	111	4,44	1,4	MR 2i 41 - 80 B	5	7,99		23,3	29,5	2,24	MR 3i 80 - 80 C	5	36,6
	114	4,6	3	MR 2i 50 - 80 A	4	12,2		23,6	29,2	1,12	MR 3i 63 - 80 B	4	60,6
	119	4,32	1,5	MR 2i 40 - 71 C	4	11,8		23,6	29,2	1,5	MR 3i 64 - 80 B	4	60,6
	119	4,32	1,6	MR 2i 41 - 71 C	4	11,8		23,8	28,9	2,36	MR 3i 80 - 80 B	4	58,7
	121	4,19	3,10	MR 2i 41 - 80 B	5	1,70		23,8	28,9	3,10	MR 3i 81 - 80 B	4	58,7
	123	4,18	3,35	MR 2i 50 - 71 C	4	11,4		26,7	26,4	1,18	MR 3i 82 - 80 B	4	61,8
	127	4,04	1,35	MR 2i 50 - 80 A	4	11		25,7	26,9	1,5	MR 3i 64 - 90 B	4	54,5
	139	3,97	0,85	MR 3i 32 - 71 C	4	10,9		26,8	26,6	1,7	MR 3i 64 - 90 S	5	34,8
	133	3,88	1,7	MR 2i 40 - 71 C	4	10,6		26,1	26,3	0,95	MR 3i 61 - 80 C	5	34,5
	133	3,88	2,12	MR 2i 41 - 71 C	4	10,6		27,6	21,0	0,95	MR 3i 61 - 80 B	4	60,6
	139	3,92	3,75	MR 2i 50 - 71 C	4	10,4		28,1	24,5	2,8	MR 3i 80 - 80 B	4	49,0
	141	3,66	3,75	MR 2i 60 - 80 A	4	9,96		28,0	24	1,4	MR 3i 63 - 80 B	4	48,9
	148	3,52	0,95	MR 2i 32 - 71 C	4	9,57		28,8	24	1,0	MR 3i 64 - 90 B	4	40,9
	149	3,46	1,9	MR 2i 40 - 71 C	4	9,41		29,7	23,1	0,95	MR 3i 61 - 80 B	4	47,1
	149	3,46	2,4	MR 2i 41 - 71 C	4	9,41		30,6	22,5	0,9	MR 3i 61 - 80 B	4	45,7
	154	3,73	4,20	MR 2i 60 - 80 A	4	9,07		31,7	21,7	1,5	MR 3i 63 - 80 B	4	44,2
	172	2,98	1,12	MR 2i 32 - 71 C	4	8,12		31,7	21,7	2	MR 3i 64 - 90 B	4	44,2
	175	2,93	2,24	MR 2i 40 - 71 C	4	7,98		32,1	21,4	3	MR 3i 80 - 80 B	4	43,6
	175	2,93	2,8	MR 2i 41 - 71 C	4	7,98		32,5	21,2	1,06	MR 3i 61 - 80 B	4	43,1
	181	2,89	2,6	MR 2i 40 - 71 C	4	7,32		33,8	20,3	1,06	MR 3i 61 - 80 B	4	41,4
	191	2,69	3,15	MR 2i 41 - 71 C	4	7,32		34,8	19,7	1,7	MR 3i 63 - 80 B	4	40,2
	192	2,68	1,29	MR 2i 32 - 71 C	4	7,29		34,8	19,7	2,24	MR 3i 64 - 80 B	4	40,2
	209	2,46	3,20	MR 2i 32 - 71 B	2	11,5		37,1	18,5	0,85	MR 3i 60 - 80 B	4	37,1
	221	2,33	1,4	MR 2i 32 - 71 C	4	9,33		37,1	18,5	1,10	MR 3i 61 - 80 B	4	37,1
	225	2,29	3	MR 2i 40 - 71 C	4	8,22		37,9	18,1	1,7	MR 3i 63 - 90 B	4	36,9
259	1,98	1,6	MR 2i 32 - 71 B	2	10,8	37,9	18,1	2,24	MR 3i 64 - 90 B	4	36,9		
277	1,84	1,5	MR 2i 32 - 71 C	4	5,06	40,6	16,9	0,9	MR 3i 60 - 80 B	4	34,5		
292	1,83	3	MR 2i 40 - 71 C	4	4,91	40,6	16,9	1,32	MR 3i 61 - 80 B	4	34,5		
293	1,76	1,8	MR 2i 32 - 71 B	2	9,57	42,2	16,3	2	MR 3i 63 - 80 B	4	33,2		
345	1,49	2,12	MR 2i 32 - 71 B	2	8,12	42,2	16,3	2,65	MR 3i 64 - 80 B	4	33,2		
351	1,47	4,20	MR 2i 40 - 71 B	2	7,98	46,7	14,7	2,24	MR 3i 63 - 80 B	4	30		
383	1,35	4,75	MR 2i 40 - 71 B	2	7,32	46,7	14,7	3	MR 3i 64 - 90 B	4	30		
384	1,34	2,30	MR 2i 32 - 71 B	2	7,29	47	14,6	1,06	MR 3i 60 - 80 B	4	29,8		
						47	14,6	1,5	MR 3i 61 - 80 B	4	29,8		
442	1,19	2,6	MR 2i 32 - 71 B	2	6,93	49,3	13,9	1,12	MR 3i 60 - 80 B	4	28,4		
458	1,14	4,4	MR 2i 40 - 71 B	2	6,22	49,3	13,9	1,5	MR 3i 61 - 80 B	4	28,4		
504	0,93	2,8	MR 2i 32 - 71 B	2	5,06	51,4	13,4	2,36	MR 3i 63 - 80 B	4	27,2		
503	0,91	6	MR 2i 40 - 71 B	2	4,93	51,4	13,4	3,15	MR 3i 64 - 80 B	4	27,2		
0,75	6,27	110	1	MR 3i 100 - 90 S	5	144	60,1	12,3	1,25	MR 3i 90 - 80 B	4	25	
	7,13	95	0,8	MR 3i 81 - 80 C	5	120	66,1	12,9	1,7	MR 3i 61 - 80 B	4	25	
	7,62	90	1,32	MR 3i 100 - 90 S	5	118	67,7	12,2	2,12	MR 2i 83 - 80 B	4	24,9	
	7,92	90	1,7	MR 3i 101 - 90 S	5	110	80	11,5	2,8	MR 3i 63 - 80 B	4	23,3	
	8,9	77	0,85	MR 3i 80 - 80 C	5	101	90,5	11,6	1,06	MR 2i 90 - 80 C	5	14,9	
	8,9	77	1,12	MR 3i 81 - 80 C	5	101	61,4	11,2	1,32	MR 3i 60 - 80 B	4	20,7	
							61,6	11,2	1,9	MR 3i 61 - 80 B	4	22,7	

ANEXO G. Alambre para resorte

Estándares:

- ASTM A-227 para Clase 1 y Clase 2 resistentes a la tracción
- ASTM A-228 para cables de aplicación musical
- ASTM A-679 para Clase 3 resistentes a la tracción
- EN 10270-1

Especificaciones Alambre Para Resorte Mecánico- Métricas						
Diámetro	CLASE I / CLASE I		CLASE II / CLASE II		CLASE III / CLASE III	
Mm	Min	Max	Min	Max	Min	Max
0.50	1,960	2,240	2,240	2,520	2,400	2,650
0.55	1,940	2,220	2,220	2,500	2,380	2,620
0.60	1,920	2,200	2,200	2,480	2,350	2,600
0.65	1,900	2,180	2,180	2,160	2,320	2,580
0.70	1,870	2,140	2,140	2,410	2,300	2,550
0.80	1,930	2,100	2,100	2,370	2,250	2,500
0.90	1,800	2,070	2,070	2,340	2,200	2,450
1.00	1,770	2,040	2,040	2,310	2,450	2,400
1.10	1,740	2,000	2,000	2,260	2,120	2,380
1.20	1,720	1,980	1,980	2,240	2,100	2,350
1.40	1,670	1,930	1,930	2,180	2,050	2,300
1.60	1,640	1,880	1,880	2,120	2,000	2,250
1.80	1,600	1,840	1,840	2,080	1,980	2,220
2.00	1,580	1,810	1,810	2,040	1,950	2,200
2.20	1,550	1,780	1,780	2,010	1,900	2,150
2.50	1,510	1,730	1,730	1,960	1,850	2,100
2.80	1,480	1,700	1,700	1,920	1,820	2,050
3.00	1,460	1,680	1,680	1,900	1,800	2,000
3.50	1,420	1,630	1,630	1,840	1,750	1,950
4.00	1,380	1,590	1,600	1,700	1,700	1,900
4.50	1,350	1,550	1,550	1,750	1,680	1,880
5.00	1,320	1,510	1,510	1,700	1,650	1,850
5.50	1,300	1,490	1,490	1,670	-	-
6.00	1,280	1,470	1,470	1,650	-	-
6.50	1,250	1,440	1,440	1,630	-	-
7.00	1,220	1,410	1,410	1,600	-	-
7.50	1,200	1,390	1,390	1,580	-	-
8.00	1,190	1,370	1,370	1,550	-	-
9.00	1,160	1,340	-	-	-	-
10.00	1,130	1,310	-	-	-	-
11.00	1,110	1,280	-	-	-	-

ANEXO H. Plancha en acero inoxidable AISI 304



PLANCHAS INOXIDABLES

Especificaciones Generales

Norma	304, 316, 430
Espesores	Desde 0.40mm hasta 15.00mm
Rollos	X 1220mm
Planchas	4 x 8 pies
	Largos y calidades especiales bajo pedido

Tipo de estructura	Tipo de Composición	Descripción de acuerdo a JIS*	Descripción de acuerdo a AISI**	Descripción de acuerdo a DIN***	COMPOSICION QUIMICA %					
					C	Si max	Mn	P max	S max	Ni
Austenite	17 Cr-5Ni-7Mn	SUS 201	201		0,15 max	1,00	5,50 ~ 7,50	0,06	0,030	3,50 ~ 5,5
	18 Cr-6Ni-10Mn	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-highC	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	8,00 ~ 10,50
	18Cr-8Ni-extra-low-C	SUS 304 L	304L	4306	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
	18Cr-12Ni	SUS 305	305	3955	0,12 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,50 ~ 13,00
	23Cr-12Ni	SUS 309 S	309 S	4845	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-7,5Mo-extra-low-C	SUS 316 L	316 L	4404	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	18Cr-12Ni-2Mo-2Cu	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 ~ 15,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo-extra-low-C	SUS 317 L	317 L		0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	11,00 ~ 15,00
	18Cr-8Ni-Ti	SUS 321	321	4541	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
	18Cr-9Ni-Nb	SUS 347	347	4550	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
Ferrite	13Cr-Al	SUS 405	405	4002	0,08 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	16Cr	SUS 429	429	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	
Martensite	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 J2	420	4021	0,26 ~ 0,40	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr-high C	SUS 440 A	440 A		0,60 ~ 0,75	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Endurecido por precipitación	17Cr-7Ni-1Al	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 I. Plancha de acero inoxidable AISI 430 BR**Especificaciones:**

Recubrimiento: Inoxidable

Norma de Calidad: 430 2B/BA / 439M4 / 304 2B/BA

Plancha Inoxidable

Normas		Espesor	Acabado	Dimensiones
AISI	ASTM (UNS)	mm		mm
Planchas				
304	S30400	0,4 hasta 3,0	2B	1120 x 2440
		4,0 hasta 8,0	Nº1	
		0,7 hasta 1,5	Nº4 - Pulido	
430	S43000	0,4 hasta 3,0	BA	1120 x 2440
		0,4 hasta 2,0	Nº4 - Pulido	
439	S43932	0,5 y 0,6	Nº4 - Pulido	1120 x 2440

ANEXO J. Tubo redondo en acero inoxidable AISI 304



DIPAC®

PRODUCTOS DE ACERO

TUBO REDONDO EN ACERO INOXIDABLE

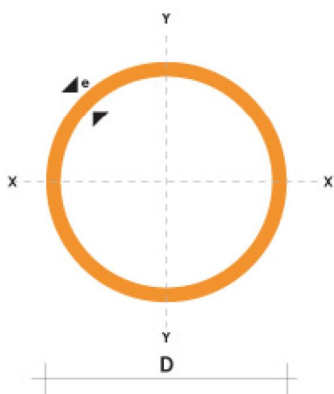
Especificaciones Generales

Norma	AISI 304
Largo Normal	6.00m
Otros largos dimensiones	previas consulta
Desde 5/8" hasta 2-7/8"	
Espesor	Desde 0.80mm hasta 2.00mm



NOMENCLATURA

A=	Area de la selección transversal del tubo, cm ²
I=	Momento de inercia de la sección, cm ⁴
W=	Módulo resistente de la sección, cm ³
i=	Radio de giro de la sección cm



DIAMETRO EXTERIOR (D)	ESPESOR	PESO	PROPIEDADES				
			e	P	A	I	W
Pulg	mm	mm	kg/6m	cm	cm ⁴	cm ³	cm
5/8	15.90	0.60	1.44	0.29	0.08	0.11	0.54
		0.75	1.86	0.36	0.10	0.13	0.53
		0.95	2.28	0.44	0.12	0.15	0.51
		1.10	2.64	0.51	0.14	0.18	0.52
		1.50	3.54	0.68	0.18	0.22	0.51
3/4	19.05	0.60	1.74	0.35	0.15	0.16	0.65
		0.75	2.16	0.43	0.19	0.19	0.65
		0.95	2.70	0.54	0.22	0.23	0.64
		1.10	3.18	0.62	0.25	0.26	0.63
		1.50	4.20	0.83	0.32	0.34	0.62
7/8	22.22	0.60	2.04	0.41	0.24	0.21	0.76
		0.75	0.52	0.50	0.29	0.26	0.76
		0.95	3.18	0.63	0.36	0.32	0.75
		1.10	3.66	0.73	0.41	0.37	0.75
		1.50	4.92	0.98	0.53	0.47	0.74
1	25.40	0.60	2.28	0.47	0.36	0.28	0.88
		0.75	2.88	0.58	0.44	0.35	0.87
		0.95	3.60	0.73	0.55	0.43	0.87
		1.10	4.20	0.84	0.62	0.49	0.86
		1.50	5.64	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4	31.75	0.95	4.50	0.92	1.09	0.69	1.18
		1.10	5.22	1.06	1.24	0.78	1.08
		1.50	7.08	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2	38.10	0.95	5.40	1.11	1.91	1.00	1.31
		1.10	6.24	1.28	2.19	1.15	1.31
		1.50	8.46	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4	44.45	0.95	6.24	1.30	3.07	1.38	1.54
		1.10	7.26	1.50	3.52	0.16	1.53
		1.50	9.84	2.02	4.67	2.10	1.52
1 7/8	47.63	0.95	6.78	1.40	3.80	1.60	1.65
		1.10	7.80	1.61	4.35	1.83	1.64
		1.50	10.26	2.17	5.79	2.43	1.63
2	50.80	0.95	7.20	1.49	4.62	1.82	1.76
		1.10	8.34	1.72	5.30	2.09	1.76
		1.50	10.80	2.32	7.06	2.78	1.74
2 3/8	60.33	1.50	13.20	2.77	12.00	3.98	2.08
2 1/2	63.50	1.50	14.04	2.92	14.05	4.42	2.19

ANEXO K. Perfiles importados (ángulos)



PERFILES IMPORTADOS ANGULOS

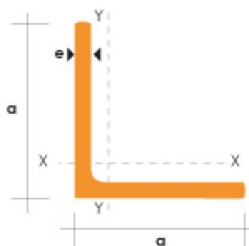
Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A36 SAE 1008
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/6m	cm2
	a	e			
AL 20X2	20	2	0.60	3.62	0.76
AL 20X3	20	3	0.87	5.27	1.11
AL 25X2	25	2	0.75	4.56	0.96
AL 25X3	25	3	1.11	6.68	1.41
AL 25X4	25	4	1.45	8.75	1.84
AL 30X3	30	3	1.36	8.13	1.71
AL 30X4	30	4	1.77	10.63	2.24
AL 40X3	40	3	1.81	11.00	2.31
AL 40X4	40	4	2.39	14.34	3.04
AL 40X6	40	6	3.49	21.34	4.44
AL 50X3	50	3	2.29	13.85	2.91
AL 50X4	50	4	3.02	18.33	3.84
AL 50X6	50	6	4.43	26.58	5.64
AL 60X6	60	6	5.37	32.54	6.84
AL 60X8	60	8	7.09	42.54	9.03
AL 65X6	65	6	5.84	35.25	7.44
AL 70X6	70	6	6.32	38.28	8.05
AL 75X6	75	6	6.78	40.65	8.64
AL 75X8	75	8	8.92	54.18	11.36
AL 80X8	80	8	9.14	56.95	11.60
AL 100X6	100	6	9.14	56.95	11.64
AL 100X8	100	8	12.06	74.05	15.36
AL 100X10	100	10	15.04	90.21	19.15
AL 100X12	100	12	18.26	109.54	22.56

También en galvanizado e inoxidable



ANEXO L. Platina en acero ASTM A36



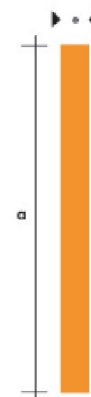
PERFILES LAMINADOS PLATINAS

Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A36 SAE 1008
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/6m	cm ²
	a	e			
PLT 12X3	12	3	0.28	1.70	0.36
PLT 12X4	12	4	0.38	2.45	0.48
PLT 12X6	12	6	0.57	3.40	0.72
PLT 19X3	19	3	0.45	2.68	0.57
PLT 19X4	19	4	0.60	3.58	0.76
PLT 19X6	19	6	0.89	5.37	1.15
PLT 25X3	25	3	0.59	3.53	0.75
PLT 25X4	25	4	0.79	4.71	1.00
PLT 25X3	25	6	1.18	7.07	1.50
PLT 25X12	30	3	0.71	4.24	0.90
PLT 30X4	30	4	0.94	5.65	1.20
PLT 30X6	30	6	1.41	8.47	1.80
PLT 30X9	30	9	2.12	12.71	2.70
PLT 30X12	30	12	2.83	16.95	3.60
PLT 38X3	38	3	0.89	5.37	1.15
PLT 38X4	38	4	1.19	7.16	1.52
PLT 38X6	38	6	1.79	11.40	2.28
PLT 38X9	38	9	2.69	16.11	3.42
PLT 38X12	38	12	3.58	21.48	4.56
PLT 50X3	50	3	1.18	7.08	1.50
PLT 50X4	50	4	1.58	9.42	2.00
PLT 50X6	50	6	2.26	14.16	3.00
PLT 50X9	50	9	3.53	21.20	4.50
PLT 50X12	50	12	4.71	28.26	6.00
PLT 65X6	65	6	3.06	18.37	3.90
PLT 65X9	65	9	4.59	27.55	5.85
PLT 65X12	65	12	6.12	36.73	7.80
PLT 75X6	75	6	3.53	21.20	4.50
PLT 75X9	75	9	5.30	31.80	6.75
PLT 75X8	75	8	7.07	28.26	9.00
PLT 75X12	75	12	7.07	42.39	9.00
PLT 100X6	100	6	4.71	28.26	6.00
PLT 100X8	100	8	7.07	37.68	9.00
PLT 100X9	100	9	7.07	43.00	9.00
PLT 100X12	100	12	9.42	58.00	12.00
PLT 120X12	120	12	67.82	67.82	14.40
PLT 150X15	150	15	105.88	105.88	22.50
PLT 150X20	150	20	145.44	145.00	30.00



ANEXO M. Calibres de cables según AWG

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	56,4	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

ANEXO N. Manual de usuario y Mantenimiento de la máquina cortadora de obleas

**MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO DE LA
MÁQUINA DE CORTE DE OBLEAS.**

**MONASTERIO “CORAZÓN DE JESÚS” SECTOR
BELLAVISTA – SAN ANTONIO DE IBARRA.**

“PROCESO DE CORTE DE OBLEAS”



NOTA IMPORTANTE:

LEA DETENIDAMENTE LAS INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO CORRESPONDIENTES, ANTES DE MANIPULAR Y/O HACER FUNCIONAR LA MÁQUINA, PARA EVITAR POSIBLES ACCIDENTES. EN CASO DE DUDA O AVERÍA CONSULTE A SU FABRICANTE.

IMPORTANTES INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Cuando se utiliza un dispositivo eléctrico, debe seguirse siempre precauciones de seguridad básica, incluyendo las siguientes:

Leer todas las instrucciones antes de utilizar esta máquina cortadora de obleas.

PELIGRO - Para reducir el riesgo de sacudidas eléctricas:

1. Un dispositivo eléctrico nunca debe dejarse desatendido cuando está conectado.
2. Desenchufar siempre la máquina de la toma de corriente inmediatamente después de utilizarla y antes de su limpieza.
3. Siempre desconecte el equipo antes de destapar la protección mecánica.
4. Desconecte siempre la máquina de la toma corriente antes de proceder a hacer cualquier sustitución de algún componente ya sea mecánico o eléctrico de la máquina.
5. Desconecte siempre la máquina de la toma corriente antes de proceder a dar su respectivo mantenimiento.

ADVERTENCIA - Para reducir el riesgo de quemaduras, incendios, sacudidas eléctricas o lesiones corporales:

1. No permitir que se utilice como un juguete. Prestar especial atención cuando se utilice por o cerca de niños.
2. Utilice esta máquina solamente para su uso previsto, según se describe en este manual. Usar solamente accesorios recomendados por el fabricante, indicados en este manual.
3. Nunca haga funcionar esta máquina si tiene un conector o cable deteriorado, si no está funcionando adecuadamente.
4. Mantener los dedos alejados de la matriz de corte para evitar accidentes.

5. Desconecte siempre la máquina de cortar obleas de la toma de corriente cuando se retiren los desperdicios de las láminas de obleas restantes, ubicadas en el interior de la protección mecánica, se engrase o cuando se haga cualquier otro ajuste por el usuario mencionado en el manual de instrucciones.
6. Nunca utilice algún metal para retirar los desperdicios de la matriz de corte, ya que si está en contacto con las guillotinas, este puede dañar el filo de corte de las guillotinas, utilice aire para retirar los pequeños desperdicios ubicados en la protección mecánica.
7. Para, desconectarla desactivar todos los mandos a la posición OFF ("O") y luego retirar el conector del toma corriente.
8. No desconectar tirando del cable. Para desconectar tome el conector y no el cable.
9. Apague la máquina y desconéctela si no funciona correctamente.
10. Este aparato no está previsto para ser usado por personas (incluidos los niños) con capacidades físicas, sensoriales o mentales disminuidas.
11. Los niños deben ser supervisados para garantizar que no jueguen con el aparato.
12. Este dispositivo solo funciona con 110 voltios en corriente alterno

CONSERVAR ESTAS INSTRUCCIONES

Esta máquina de cortar obleas está prevista para uso doméstico solamente.

Índice

Manual de usuario	118
Características técnicas de la máquina cortadora de obleas.....	118
Componentes de la máquina cortadora de obleas.....	118
Sistema mecánico de la máquina cortadora de oblea.....	118
Partes de la máquina de la máquina cortadora de obleas.....	120
Sistema de control de la máquina cortadora de obleas.....	6
Componentes de la parte interna del tablero de control....	120
Componentes de la parte externa del tablero de control....	121
Conexiones de la máquina a la fuente de alimentación eléctrica.....	121
Funcionamiento de la máquina.....	122
Regulación de la velocidad de la matriz de corte.....	122
Proceso de corte.....	122
Información general.....	124
Indicaciones.....	124
Tablero de control.....	124
Protección mecánica.....	125
Recomendaciones.....	125
Manual de Mantenimiento	126
Mantenimiento y solución de problemas.....	126
Plan de mantenimiento.....	126
Lubricación.....	126
Sustitución de elementos en mal estado.....	127
Elementos eléctricos y electrónicos.....	127
Elementos mecánicos.....	128

MANUAL DE USUARIO



En el presente manual se describe el proceso de corte de obleas, las partes que lo forman y el procedimiento para un adecuado uso, mismo que servirá para realizar el corte de la oblea y obtener un producto terminado como son las hostias.

Características técnicas de la máquina

Para versiones americanas

Dimensiones: 500 mm x 400 mm x 750 mm

Peso del equipo: 119 Kg

Voltaje nominal: 115V ~

Frecuencia nominal: 60 Hz

Consumo nominal: 390W

Temperatura ambiente nominal: 15 – 35° C

Niveles de ruido acústico: 100db(A)

Corte de láminas: 310 mm x 270 mm x 1 mm

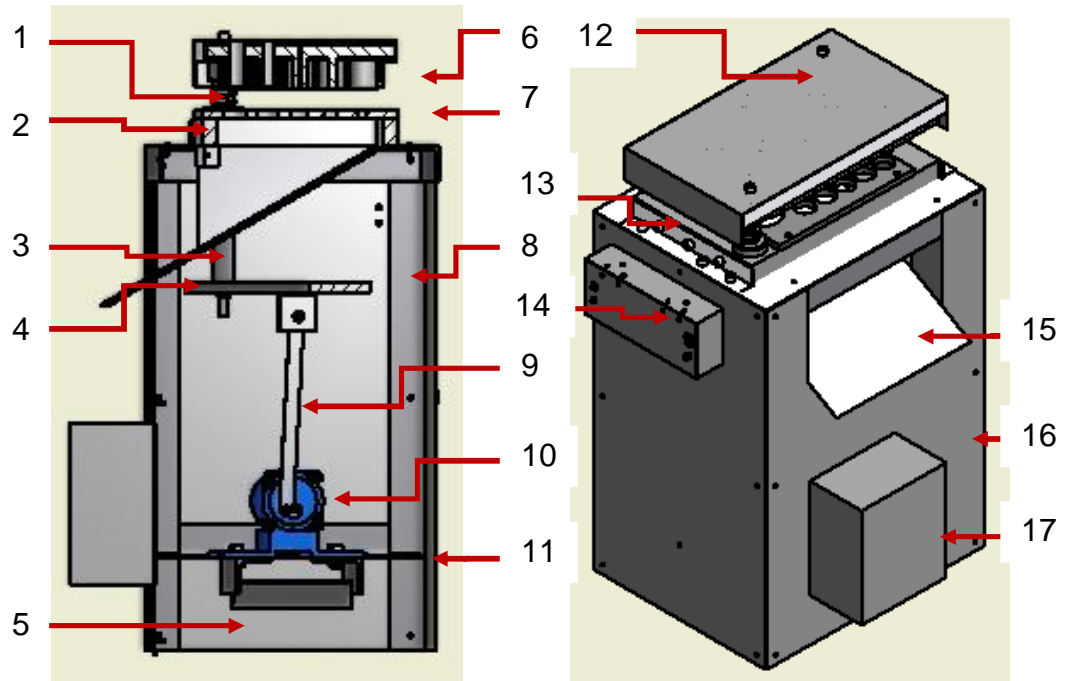
Componentes de la máquina

Las componentes que forman parte de la máquina cortadora de oblea se dividen en dos grupos:

Sistema mecánico

Partes de la máquina

Figura 1. Partes de la máquina cortadora de obleas



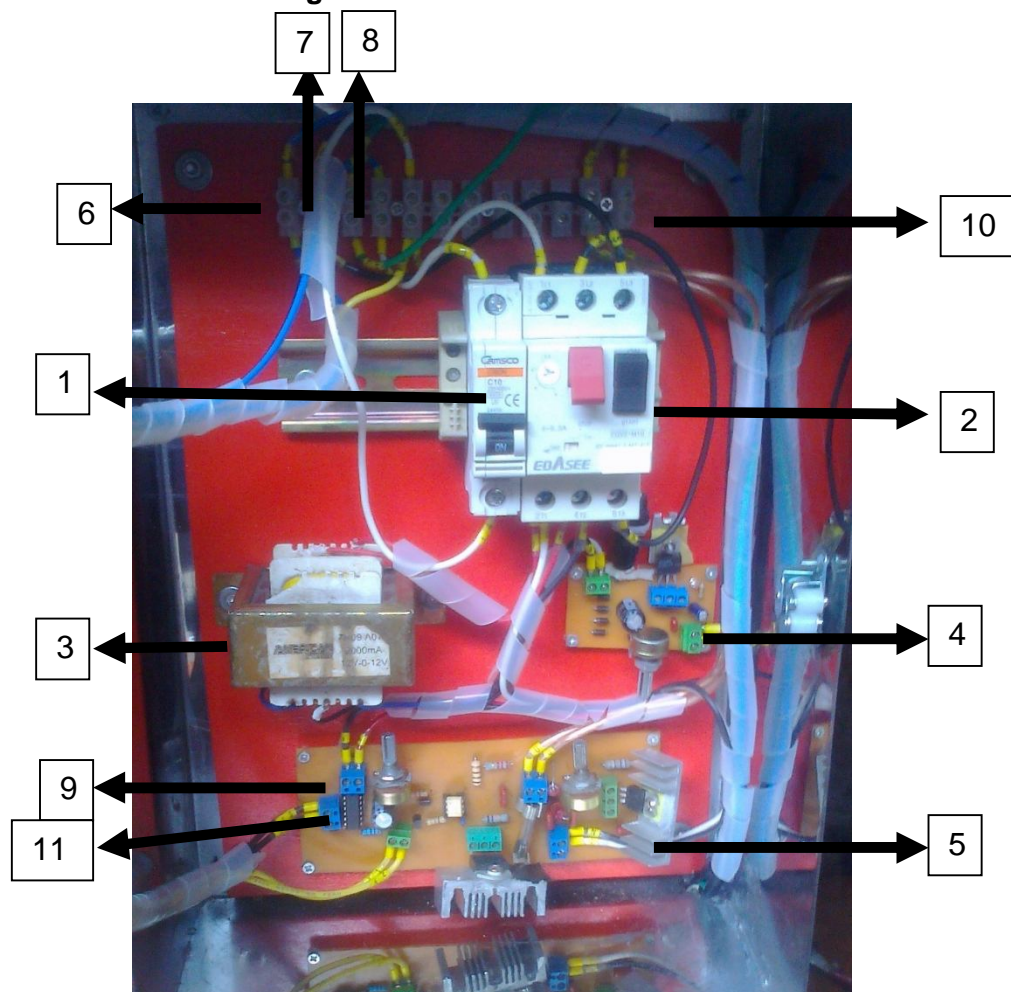
1. Resortes
2. Base de soporte
3. Ejes
4. Agarre de los ejes
5. Pared lateral derecha
6. Matriz de corte
7. Porta matriz de corte
8. Estructura
9. Sistema biela manivela
10. Motorreductor
11. Puerta
12. Protección mecánica
13. Perfiles de sujeción
14. Tablero de control
15. Canaleta de deslizamiento
16. Pared lateral izquierda
17. Pared frontal

Sistema de control

Componentes de la parte interna del tablero de control

En la figura 2 se indica la parte interna del gabinete de control con sus elementos de control que se enumeran a continuación.

Figura 2. Vista interna del gabinete del tablero de control

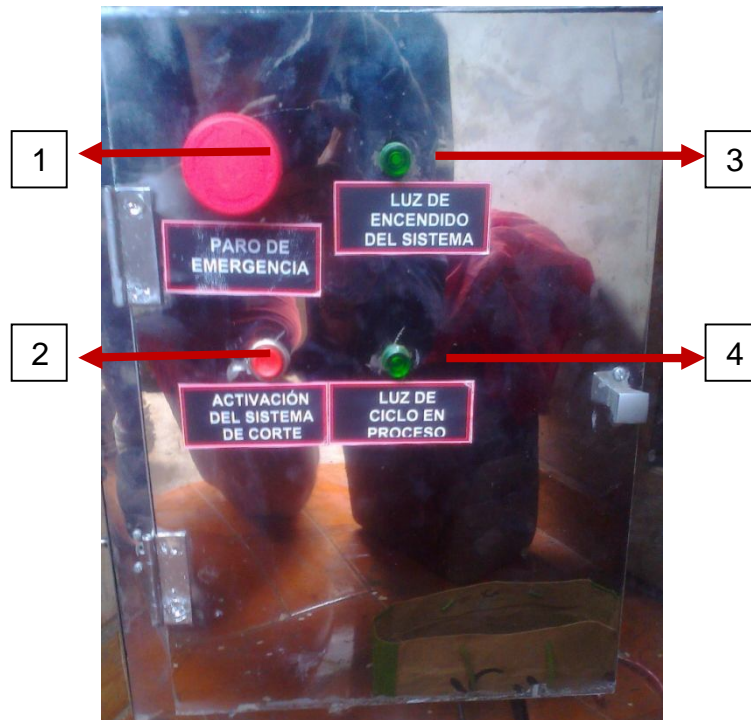


1. Breaker de encendido
2. Guarda motor
3. Transformador de 110V a 12V
4. Fuente de voltaje directo de 5V
5. Circuito de control máquina cortadora de obleas
6. Bornera de conexión 110V AC línea
7. Bornera de conexión 110V AC Neutro
8. Bornera de conexión 110V AC tierra
9. Bornera de conexión de 5V DC positivo y 0V DC tierra
10. Bornera de conexión de motor
11. Bornera de conexión de pulsador de activación del sistema de corte

Componentes de la parte externa del tablero de control

En la figura 3 se indica la parte externa del gabinete de control con sus elementos de control que se enumeran a continuación.

Figura 3. Vista externa del gabinete del tablero de control



1. Pulsador paro de emergencia
2. Pulsador de activación del sistema de corte
3. Luz piloto de encendido del sistema
4. Luz piloto de ciclo en proceso

Conexiones de la máquina a la fuente de alimentación eléctrica

Conecte la máquina a una fuente de alimentación según se ilustra en la figura. Esta máquina está provista de un conector polarizado, que debe utilizarse con una toma de corriente polarizada adecuada.

Atención. Desenchufe el cable de alimentación cuando la máquina no esté en uso.

Figura 4. Conexión y desconexión del enchufe

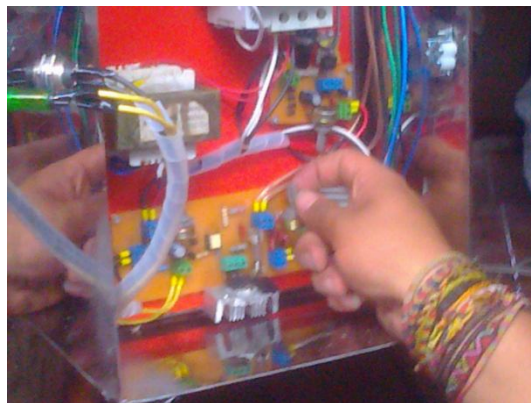


Funcionamiento de la máquina

Regulación de la velocidad de la matriz de corte

La regulación de la velocidad de corte se procede a realizar si en algún caso se des configura, la velocidad de corte ya establecida, para no se generen perdidas de materia prima.

Figura 5. Calibración de la velocidad de la matriz de corte



Proceso de corte

Una vez que se obtiene la lámina de oblea humidificada del proceso anterior al de corte de obleas, se lleva al proceso de corte de obleas mismo que se encarga de cortar la lámina de obleas para la producción de hostias.

1. Tener listas las láminas de obleas humidificadas necesarias para comenzar a cortar las láminas de obleas.

2. Encender todo el sistema de control de la máquina cortadora de obleas, asegurándose que la máquina se encuentre correctamente conectada a un tomacorriente; caso contrario la máquina no funcionara.

3. Encender el tablero de control, una vez alimentado, presionar el botón de encendido y apagado del tablero de control para que los circuitos internos automáticamente se energicen.



4. Proceder a ingresar la primera lámina de obleas hacia el porta matriz de corte en forma horizontal.



5. Si la lámina de obleas se encuentra correctamente ubicada proceder a presionar el pulsador que activa el sistema de corte.

6. Una vez cortada la lámina de obleas, las hostias caerán hacia la caleta de deslizamiento, para posteriormente deslizarse hasta una tina de almacenamiento del producto.



7. Una vez terminado el corte de la lámina de obleas proceder a retirar la materia prima restante, para proceder a ingresar otra lámina de obleas hacia el porta matriz de corte y así seguir realizando el corte de las demás láminas de obleas.

8. Las hostias cortadas permanecerán en la tina de almacenamiento hasta que esta se llene, una vez llena la tina de almacenamiento se procederá a retirarla para que otra persona se encargue del enfundado del producto.

9. También hay que retirar la acumulación de materia prima sobrante que se queda en la matriz de corte, soplando o con alguna fuente de generación de aire.

10. Una vez terminada la jornada de trabajo:

- Proceder a apagar el botón de encendido del sistema
- Desconectar el enchufe del toma corriente, cada vez que se termine una jornada de trabajo, para evitar que exista algún accidente

Información general

Indicaciones

Tablero de control

Antes de iniciar el proceso se debe verificar la alimentación general al tablero de control, verificar que los cables principales no tengan ningún daño, así como también todos los elementos que se encuentran en el tablero esté visiblemente fisionable.

En caso de observar algún elemento sospechoso, no iniciar el proceso y revisar minuciosamente sus conexiones, asegurándose que no exista electricidad.

No manipular ningún elemento cuando se encuentre en funcionamiento existe riesgo eléctrico.

Protección mecánica

Si la protección mecánica se encuentra moviéndose o no está bien ajustada los pernos que la sostiene, no se debe iniciar el proceso de corte por que el operario puede sufrir algún corte en sus extremidades superiores involuntario por la matriz de corte

Recomendaciones

Tener mucho cuidado de no meter nunca los dedos ni objetos extraños debajo del cortador durante el trabajo y especialmente cuando la máquina se desconecta. Si se necesita quitar algún resto de recorte se puede hacer con un palito de madera o similar pero nunca metálico, pues podría dañar el filo de las guillotinas de la matriz de corte.

NO CORTAR MÁS DE UNA HOJA A LA VEZ. La máquina está preparada para cortar las hojas de una en una solamente. En caso contrario podría bloquearse.

MUY IMPORTANTE:

Para facilitar la introducción de las hojas, hay que procurar que estén lo mas planas posible.

Es imprescindible que las hojas de oblea estén suficientemente humedecidas, para obtener la mayor limpieza de corte.

MANUAL DE MANTENIMIENTO



En el presente manual se describe el proceso de mantenimiento de la máquina cortadora de obleas, los pasos a seguir para un correcto mantenimiento y la sustitución de las piezas que se encuentran en mal estado, en dicha máquina.

Mantenimiento y solución de problemas

Plan de mantenimiento

Para un buen funcionamiento se debe realizar un mantenimiento periódico de la máquina cortadora de obleas.

DESCRIPCIÓN	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	ANUAL
Ejes					X
Sistema de transmisión		X			
Motorreductor					X
Cableado eléctrico	X				
Sistema de control				X	
Matriz de corte	X				
Protección mecánica		X			

Lubricación

DESCRIPCIÓN	SEMANAL	ANUAL	LUBRICANTE
Ejes		X	Aceite SAE 140 -250
Motorreductor		X	Aceite CLP 220
Sistema de transmisión	X		Aceite SAE 140 – 250

Sustitución de elementos en mal estado

Para la sustitución de los elementos en mal estado, se debe proceder a retirarlos de la máquina, para con el mismo elemento proceder a buscar en almacenes que provean estos productos si se tratan de aparatos eléctricos o electrónicos, ya que si son mecánicos se debe proceder a diseñar uno con las del que se encuentra en mal estado.

Elementos eléctricos y electrónicos

Se debe proceder a retirar los elementos en mal estado de la máquina, si se entiende lo que se está realizando; caso contrario si no se entiende lo que se está realizando, se debe proceder a buscar un técnico, el cual será el encargado de solucionar el problema presentado en la máquina cortadora de obleas.

Elementos que se deben sustituir en caso de haber quemarse

DESCRIPCIÓN	MODELO	FABRICANTE
Guardamotor magnetotérmico (3 a 6,3 A)	EGV2-M	EBASEE
Botón de paro de emergencia	LMB-ES5	CAMSCO
Pulsador	XB7-EA42P	ABB
Luz piloto AC (110V)	XB7-EB03GP	ABB
Luz piloto DC (12V)	XB7-EB03BP	ABB
Triac	BTA 41-600B y BTA 12-600B	ST MICROELECTRONICS
Opto triac	Moc3041	FAIRCHILD SEMICONDUCTOR
Multivibrador monoestable	SN74121	TEXAS INSTRUMENTS
Regulador de voltaje	LM317	TEXAS INSTRUMENTS

Elementos mecánicos

Si algún elemento se desea reemplazar, se debe proceder a buscar un técnico que sepa lo que se va a reemplazar, ya que será el encargo de solucionar el problema presentado en la máquina cortadora de obleas.

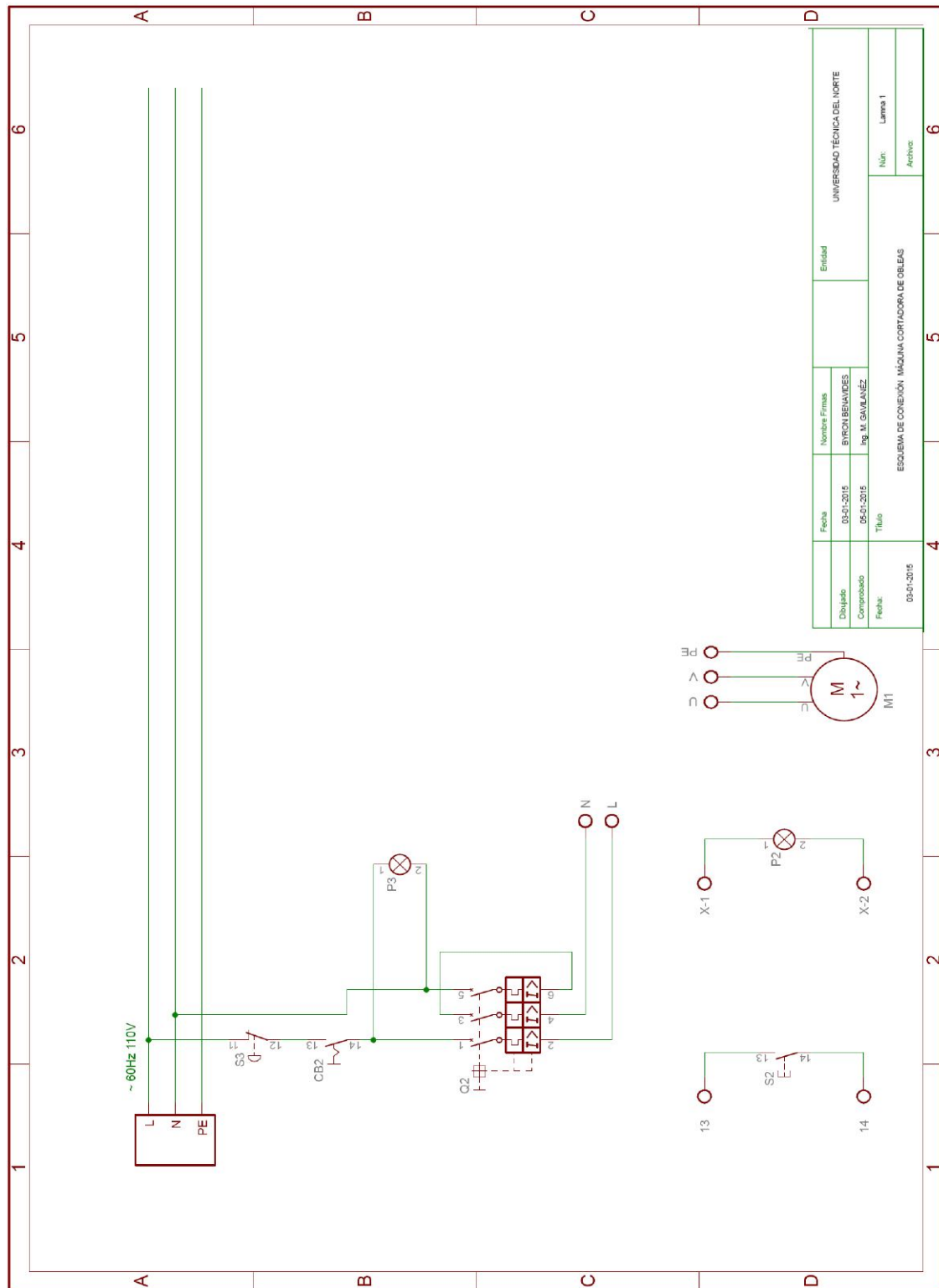
Los elementos a reemplazar deben tener las mismas características y dimensiones presentadas por parte del elemento dañado, ya que caso contrario afectaría el funcionamiento de la máquina y en algunos casos, la máquina no funcionaría y este a su vez puede afectar otro elemento que este en buen estado.

Si no se encuentra el personal adecuada para realizar este trabajo, se debe contactar al proveedor o distribuidor de estas máquinas.

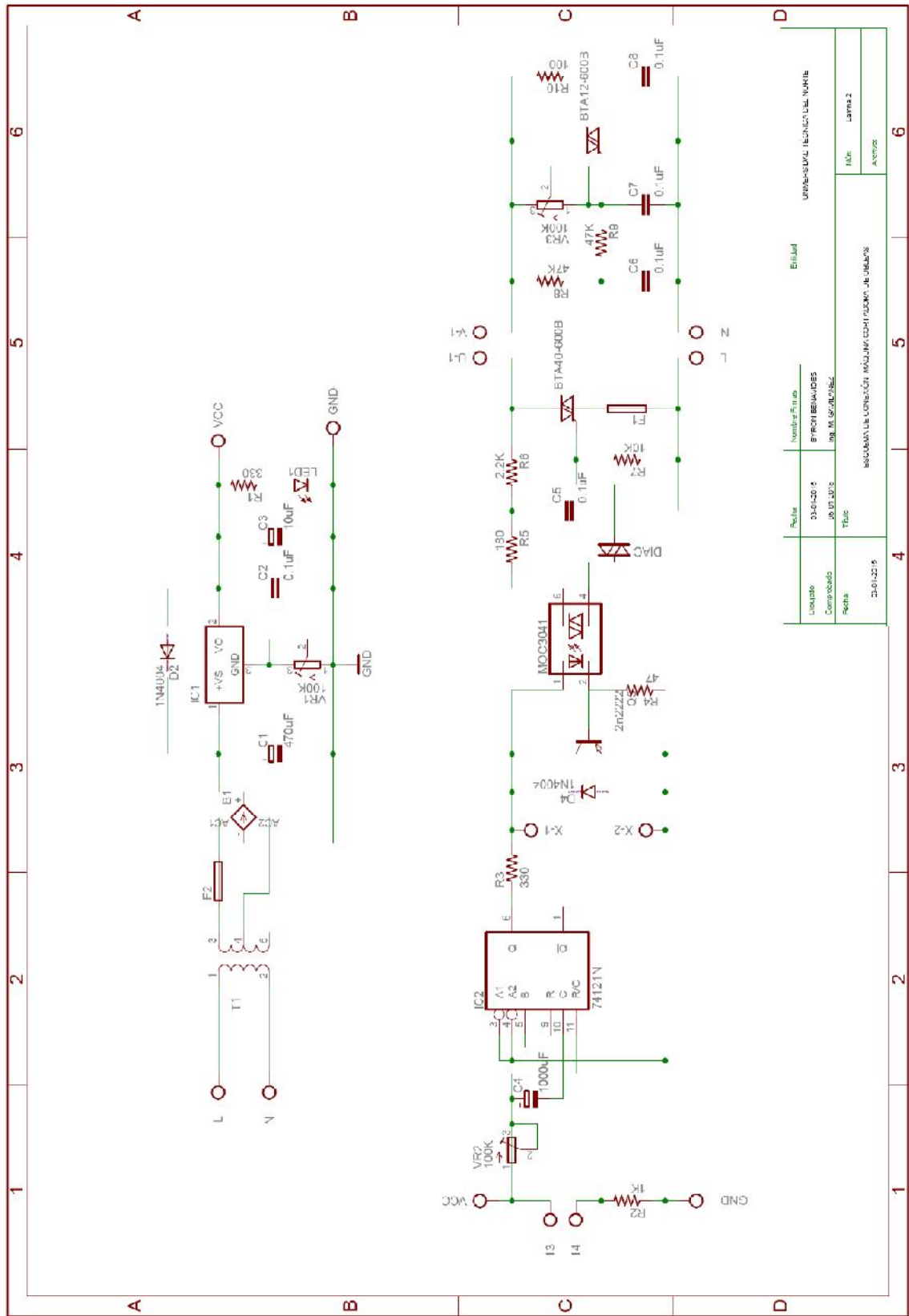
ANEXO O. Planos eléctricos de la máquina de corte de obleas

Plano eléctrico

Lamina 1.



Lamina 2.



Unidad	Revisión	Nombre de Proyecto	Elaborado
23-01-2019	01	PROYECTO DE DISEÑO DE UN RELAY	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
23-01-2019	01	PROYECTO DE DISEÑO DE UN RELAY	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
23-01-2019	01	PROYECTO DE DISEÑO DE UN RELAY	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ANEXO P. Planos mecánicos de la máquina de corte de obleas