

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Trabajo de Graduación o Titulación Seminario 2009

TEMA:

**“AUTOMATIZACIÓN DE UNA SIERRA CIRCULAR PARA
OPTIMIZAR EL DESPLAZAMIENTO VERTICAL DE LA MESA
EN LA FÁBRICA ARTESANAL DE MUEBLES MORALES”**

AUTOR:

Edwin Javier Morales Gordón

Ambato – Ecuador

2010

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor de la tesis de investigación, con el tema **“AUTOMATIZACIÓN DE UNA SIERRA CIRCULAR PARA OPTIMIZAR EL DESPLAZAMIENTO VERTICAL DE LA MESA EN LA FÁBRICA ARTESANAL DE MUEBLES MORALES.”** elaborado por el señor Edwin Javier Morales Gordón, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

CERTIFICO

- Que la presente tesis es original de su autor
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos
- Está concluida y puede continuar con el trámite correspondiente

Ing. Santiago Villacís

AUTORIA

El presente trabajo de investigación “AUTOMATIZACION DE UNA SIERRA CIRCULAR PARA OPTIMIZAR EL DESPLAZAMIENTO VERTICAL DE LA MESA EN LA FÁBRICA ARTESANAL DE MUEBLES MORALES” es absolutamente original , autentico y personal, en tal virtud , el contenido, efectos legales y académicos que se deprenden del mismo son exclusividad del autor

Ambato, Mayo 2010

.....
Edwin. J. Morales. G

1803787710

CERTIFICACIÓN

Certifico que el siguiente trabajo fue desarrollado por el Sr. Edwin Javier Morales Gordón en La Fabrica artesanal de Muebles “Morales”.

.....
Propietario: Edwin P. Morales E.
CI. 18056787970-9

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría y permitirme alcanzar una meta más de mi vida

A mis padres Marcelo y Bélgica por ser las personas que más quiero ya que sin ellos no se hubiera hecho realidad este sueño

A mi hermano Mauricio porque siempre me brindo su apoyo en todo momento.

A mi sobrino Mauro ya que ha llenado un vacío importante en mi familia

A la persona que siempre me brindo su cariño ya que ella siempre estuvo a mi lado apoyándome incondicionalmente.

A mis abuelos, tíos, amigos y todas las personas que se preocuparon por verme superar y me dieron un sano consejo cuando lo necesite ya que ello me ha ayudado para alcanzar una meta más de mi vida

AGRADECIMIENTO

Esta parte literaria del trabajo escrito representa la alegría de una obra terminada a la que se le ha dedicado tiempo, esfuerzo y constancia para dejar plasmado los conocimientos adquiridos en las aulas permitiéndome colocar un punto final a un objetivo más de mi vida. Pero esta felicidad va acompañada de un sentimiento de gratitud hacia las personas que me han dado su cariño y apoyo durante mi vida universitaria.

Primeramente quiero agradecer a mis padres Marcelo Morales y Bélgica Gordón por haberme dado la vida, siendo ellos mi sustento de apoyo, ya que sin su confianza, esfuerzo y amor no habría podido llegar hasta esta instancia; de igual manera agradecerles por aconsejarme, guiarme y educarme lo que me hace expresar desde el fondo de mi corazón que los adoro infinitamente y no me alcanzara la vida para agradecerse los por todo.

A mis profesores quienes nos inculcaron valores y conocimientos para nuestra formación profesional como ingenieros durante estos años.

RESUMEN EJECUTIVO

La fabricación de muebles es una actividad que se lo realiza en su mayoría de forma artesanal utilizando máquinas para el corte de la madera siendo una de las más importantes la sierra circular.

Esta máquina posee un sistema para desplazar la mesa verticalmente y otorgar la altura a la cual se realizará el corte con la ayuda de un disco de sierra circular, concretamente para desplazar la mesa verticalmente se requiere de un sistema automático que facilite esta actividad en un menor tiempo y sin esfuerzo del operario.

La automatización del desplazamiento vertical de la mesa se realizó en función de un sistema de engranes cónicos y tornillos de potencia que poseía la máquina ya construida para lo cual se calculó el torque necesario para desplazar verticalmente la mesa y la potencia del motor para realizar ese trabajo.

EXECUTIVE SUMMARY

The furniture is an activity that is done mostly by hand using machines to cut wood is one of the largest circular saw.

This machine has a system for vertically moving the table and gives the height at which it made the cut with the help of a saw blade, specifically to move the table vertically requires an automated system to facilitate this activity to a lesser time and without effort from the operator.

The automation of the vertical displacement of the table is made on the basis of a system of bevel gears and screws that had power and built the machine for which we calculated the torque required to move the table vertically and engine power for the job.

INDICE GENERAL

	Pág.
CAPITULO I	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Tema	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis externo de la industria	2
1.2.3 Prognosis	2
1.2.4 formulación del problema	2
1.2.5 Preguntas directrices	2
1.2.6 Delimitación de la investigación	2
1.2.6.1 Delimitación temporal	2
1.2.6.2 Delimitación espacial	3
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivo específicos	3
CAPITULO II	4
MARCO TEORICO	4
2.1 Antecedentes investigativos	4
2.2 Fundamentación teórica	4
2.2.1 Sierras circulares	4
2.2.1.1 Tipos de sierra circular	5
2.2.1.1.1 Sierra circular manual con cable	5
2.2.1.1.2 Sierras De Brazo Radial	6
2.2.1.1.3 Sierra Circular De Mesa	6
2.2.1.2 Partes de la Sierra Circular de mesa	7
2.2.1.2.1 Sistema De Manubrio Para Cambio De Altura	7
2.2.1.2.1.1 Mecánica de los tornillos de fuerza o potencia	7

2.2.1.2.1.2 Normas O Estándares Para Definición De Roscas De Tornillos	10
2.2.1.2.1.2.1 Partes De La Rosca	10
2.2.1.2.1.2 .2 Tipos De Roscas	11
2.2.1.2.1.2.2.1 Rosca en V Aguda	11
2.2.1.2.1.2.2.2 Rosca Redondeada	12
2.2.1.2.1.2.2.3 Rosca Nacional Americana Unificada	12
2.2.1.2.1.2.2.4 Rosca Cuadrada	12
2.2.1.2.1.2.2.5 Rosca Acme	13
2.2.1.2.1.2.2.6 Rosca Acme de Filete Truncado	13
2.2.1.2.1.2.2.7 Rosca Whitworth	13
2.2.1.2.1.2.2.8 Rosca Sin Fin	14
2.2.1.2.1.2.2.9 Rosca Trapezoidal	14
2.2.1.2.1.3 Engranés Cónicos	14
2.2.1.2.1.3.1 Engrane cónico recto	14
2.2.1.2.1.3.1.1 Fuerza En Engranés Cónicos Rectos	17
2.2.2 Automatización	18
2.2.2 .1 Ventajas de la automatización	18
2.2.2 .2 Inconvenientes de la automatización	19
2.2.2.3 Tecnología De La Automatización Por Lógica Cableada	19
2.2.2.3.1 Eléctrica	19
2.2.2.3.2 Electrónica	20
2.2.2.3.3 Electroneumática	20
2.2.2.3.4 Electrohidráulica	20
2.2.2.4 Tecnología De La Automatización Por Lógica Programada	21
2.2.3.4.1 Microcontrolador	21
2.2.3.4.2 PLC	21
2.2.2.5 Sistemas de Control	22
2.2.2.5.1 Ciclo cerrado	22
2.2.2.5.2 Ciclo abierto	23
2.2.3 Control de velocidad por frecuencia	23

2.2.3.1 Como Funciona un Inversor de Frecuencia	24
2.2.3.2 Usos del Variador de frecuencia	25
2.2.3.3 Partes de un variador de frecuencia	24
2.2.3.3.1 Etapa Rectificadora.	24
2.2.3.3.2 Etapa intermedia	24
2.2.3.3.3 Inversor o "Inverter"	24
2.2.3.3.4 Etapa de control	25
2.2.3.4 Ventajas con el Uso de Inversores de Frecuencia	26
2.2.4. Motor Eléctrico	28
2.2.4.1. Componentes	28
2.2.4.2. Clasificación de los motores eléctricos	29
2.2.4.2.1 Por su alimentación eléctrica	29
2.2.4.2.2 Por el número de fases en su alimentación	29
2.2.4.3 Motores de Jaula de ardilla	29
2.2.4.4 Motores Trifásicos	30
2.2.4.4.1 Consumo de los Motores Trifásicos	31
2.2.4.4.2 Intensidades de arranque de los motores trifásicos	31
2.2.4.4.3 Tipos de arranque de Motores trifásicos	31
2.2.4.4.3.1 Arranque directo	31
2.2.4.4.3.2 Arranque Estrella - Triángulo	31
2.2.4.4.3.3 Arranque por eliminación de resistencias estatórica	32
2.2.4.4.4 Selección de un motor eléctrico	32
2.2.4.4.4.1 Par o torque	33
2.2.4.4.4.2 Velocidad	33
2.2.4.4.4.3 Potencia	34
2.2.4.4.4.4 Sentido de giro	34
2.2.4.4.4.5 Aplicación	34
2.2.4.4.4.6 Tipo de maquinaria impulsada	34
2.2.4.4.4.7 Características de instalación	35
2.2.4.4.4.8 Condiciones de alimentación	35

2.2.4.4.5 Fallas del motor por una incorrecta instalación	36
2.2.5 Reductores Y Motorreductores	36
2.2.5.1 Características del reductor o motorreductor – tamaño	37
2.2.5.2 Características del trabajo a realizar	37
2.2.5.3 Tipo de reductores de velocidad	37
2.2.5.4 Clasificación por tipo de engranajes	37
2.5.4.1 Reductores de velocidad de Sin fin-Corona	37
2.2.5.4.2 Reductores de velocidad de engranajes	38
2.2.5.4.3 Reductores de velocidad Planetarios	38
2.2.5.5 Clasificación por disposición de los ejes lento y rápido	38
2.2.5.6 Clasificación por sistema de fijación	38
2.2.5.7 Características de los reductores de velocidad	38
2.2.5.7.1 Par	38
2.2.5.7.2 Par nominal	38
2.2.5.7.3 Par resistente	39
2.2.5.7.4 Par de cálculo	39
2.3 Glosario de términos	39
2.4 Categorías Fundamentales	40
2.5 Hipótesis	40
2.6 Variables	40
2.6.1 Variable independiente	40
2.6.2. Variable dependiente	41
2.6.3 Término de relación	41
CAPITULO III	42
METODOLOGÍA	42
3.1. Enfoque	42
3.2 .Modalidad básica de investigación	42
3.3. Nivel o tipo de investigación	42
3.4 .Operacionalización de variables	42
3.4.1. Variable independiente	42

3.4.1. Variable dependiente	43
3.5 Recolección de información	43
3.6 Procesamiento de la información	43
CAPITULO IV	44
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	44
4.1 Análisis de resultados	44
4.2 Interpretación de resultados	44
4.3 Verificación de la Hipótesis	44
4.3.1 Variable independiente	45
4.3.2 Variable dependiente	45
CAPITULO V	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1. Conclusiones	46
5.2. Recomendaciones	47
CAPITULO VI	48
PROPUESTA	48
6.1. Datos informativos	48
6.2. Antecedentes de la propuesta	49
6.2.1. Parámetros de automatización	49
6.3. Justificación	49
6.4. Objetivos	49
6.4.1 Objetivo General	49
6.4.2 Objetivos específicos	49
6.5. Análisis de factibilidad	50
6.5.1 Análisis Técnico	50
6.6 fundamentación	50
6.6.1 Selección de los equipos para el control del desplazamiento de la mesa	50
6.6.2 Montaje del equipo para automatizar el desplazamiento vertical	51
6.7 Metodología	53
6.7.1 Cálculos De La Transmisión Y Paso De Rosca	53

6.7.2 Cálculo del torque para girar el piñón cónico	57
6.7.3 Selección del reductor	61
6.7.4 Selección Del Motor	61
6.7.5 Cálculo De La Frecuencia Del Motor Para Desplazar La Mesa	62.
6.7.6 Selección de variador de frecuencia	64
6.7.6.1 Puesta De Servicio Rápido Para El Variador De Frecuencia SINAMICS	64
6.8 Administración	65
6.8.1. Recursos	65
6.8.1.1. Institucionales	65
6.8.1.2. Recursos humanos	65
6.8.1.3 recursos materiales	65
6.8.2 recursos económicos	65
6.9 Previsión de la evaluación	67
6.9.1 Mejoras para la Propuesta	67
6.9.2. Resultado de la propuesta	68
6.9.3 Observación Técnica	68
7.1 Bibliografía	70
7.2 Anexos	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Sierra circular manual con cable	5
Figura2.2	Sierra de brazo radial	6
Figura 2.3	Sierra circular de mesa	7
Figura 2.4	Esquema de un tornillo de potencia	8
Figura 2.5	Desarrollo de una vuelta del tornillo de potencia	8
Figura 2.6	Partes de la Rosca	11
Figura 2.7	Rosca en V Aguda	11
Figura 2.8	Rosca Redondeada	12
Figura 2.9	Rosca Unificada	12
Figura 2.10	Rosca Cuadrada	12
Figura 2.11	Rosca Acme	13
Figura 2.12	Rosca Acme de Filete Truncado	13
Figura 2.13	Rosca Whitworth	13
Figura 2.14	Rosca Sin Fin	14
Figura 2.15	Rosca Trapezoidal	14
Figura 2.16	Geometría de engranes cónicos o biselados	15
Figura 2.17	fuerzas aplicadas en engranes cónicos	17
Figura2.18	Relés o contactores	20
Figura2.19	Usos del microcontrolador	21
Figura2.20	PLC	22
Figura 2.21	Sistemas de control de ciclo cerrado	22
Figura 2.22	Sistemas de control de ciclo abierto	23
Figura 2.23	Motor eléctrico	28
Figura 2.24	Partes de un motor de CA	28
Figura 2.25	Esquema del rotor de jaula de ardilla	30
Figura 6.1	Realización de los agujeros de ¼ de pulg	51
Figura 6.2.	Instalación del reductor sin fin corona	51
Figura 6.3	Conjunto motor-reductor	52
Figura 6.4	Realización de las conexiones	52

Figura 6.5	Conexión eléctrica del variador de frecuencia al switch de palanca	53
Figura 6.6	Esquema del sistema para desplazar la mesa	54
Figura 6.7	Distribución de fuerzas en la mesa	55
Figura 6.8	Puesta de servicio para el variador de frecuencia Sinamics G110	64

INDICE DE TABLAS

Características geométricas de diente de engrane cónicos rectos	16
Módulos o coeficientes estándar	57
Datos Técnicos del Reductor de Sin fin corona	61
Datos Técnicos del Motor Trifásico	61
Costos de investigación	65
Costo de materiales	66
Costo de accesorios	66
Costos de construcción e instalación	67

ANEXOS

Anexo I Ficha De Observación	71
Anexo 2 Reductor De Corona sin fin Xingguan	73
Anexo 3 Diagrama De Potencia Para Inversión De Giro Del Motor	74
Anexo 4 Geometria de la madera	75
Anexo 5 Clasificación De La Madera Por Su Densidad	76
Anexo 6 Manual Del Variador De Frecuencia SINAMIC G 110 De Siemens	77

NOMENCLATURA

D = densidad (kg/m^3)

M = masa (Kg)

V = volumen (m^3)

p = paso (m)

λ = ángulo de hélice, o de avance.

T = torque (Nm)

d_m = diámetro medio (m)

μ = coeficiente de fricción

l = avance de la rosca (m)

n = Número de entradas de la rosca

p = paso de rosca (m)

N_p = Número de dientes del piñón

N_G = Número de dientes del engrane

D = diámetro de paso del engrane (m)

P_d = paso diametral (dientes/pulg)

m = módulo (mm)

ω_p = velocidad angular del piñón (rpm)

ω_G = velocidad angular del engrane (rpm)

W_r = Carga radial (N)

r_m = es el radio medio del piñón (mm)

W_t = Carga transmitida (N)

ϕ = Ángulo de presión en grados

W_{rP} = Carga radial del piñón (N)

W_{xP} = Carga axial (N)

F = Frecuencia (Hz)

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA

AUTOMATIZACIÓN DE UNA SIERRA CIRCULAR PARA OPTIMIZAR EL DESPLAZAMIENTO VERTICAL DE LA MESA EN LA FÁBRICA ARTESANAL DE MUEBLES MORALES

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

La madera, sustancia dura y resistente que constituye el tronco de los árboles, fue el primer material empleado por el hombre debido a sus características como: facilidad de conformación, bajo peso específico, apariencia agradable y buenas propiedades mecánicas, térmicas y acústicas, etc. Estas, y otras propiedades, han dado a la madera un campo de aplicación extenso en la construcción y fabricación de muchos artefactos.

Debido a la facilidad de conformación y su apariencia agradable la madera es el principal elemento en la fabricación de muebles, actividad que se la viene realizando en el país desde hace mucho tiempo atrás de forma artesanal casi en su totalidad.

La industria del mueble ha tenido un crecimiento importante dentro del mercado nacional ya que sus diferentes diseños otorgan satisfacción y confort en sus usuarios, siendo esta un área en explotación las industrias han visto la necesidad de mejorar los procesos de fabricación.

Actualmente las maquinas para la elaboración de muebles tienen un papel importante, por lo que se ha visto la necesidad de automatizar el control del desplazamiento vertical de la mesa de una sierra circular.

1.2.2 Análisis Externo de la industria

La fábrica artesanal de muebles “Morales” a visto la necesidad de implementar un sistema de control para el desplazamiento vertical de la mesa en la máquina de sierra circular ya que al ser manual se necesita del esfuerzo físico del trabajador para el accionamiento, por lo que se analizará el mecanismo de desplazamiento que posee la máquina para proceder a la automatización.

1.2.3 PROGNOSIS

De no implementarse la automatización del desplazamiento vertical de la mesa de la sierra circular esta actividad se continuará realizando manualmente con esfuerzo físico del trabajador.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué dispositivos para el control del desplazamiento de la mesa de la sierra circular será aplicable al sistema?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

1.2.5.1 ¿Qué sistema de control será útil para la automatización?

1.2.5.2 ¿Qué parámetros para el desplazamiento de la mesa serán considerados?

1.2.5.1 ¿Qué ventajas produciría la automatización de la mesa de la sierra circular?

1.2.6 DELIMITACIÓN

1.2.6.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El presente estudio se desarrollará en el periodo comprendido entre los meses, Septiembre del 2009 a Mayo del 2010

1.2.6.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Esta investigación tendrá estudio de aplicación que se realizará en base a una máquina ya construida de la Fábrica Artesanal de Muebles Morales de la Parroquia Huambalo del Cantón Pelileo.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad los muebles de madera han ganado gran mercado en hogares, oficinas, restaurantes etc., con sus diferentes diseños y acabados, por lo que las mueblerías están en la obligación de ir mejorando los procesos de fabricación para mejorar la calidad del mueble y satisfacer las necesidades de los usuarios.

El objetivo de esta investigación es el de facilitar el control del desplazamiento vertical de la mesa de una sierra circular de forma automática, ya que en la fábrica de Muebles Morales de la Parroquia Huambalo del Cantón existe este clase de maquinaria, por lo que se ha visto la necesidad de implementar un sistema técnico para facilitar el trabajo y evitar el esfuerzo físico del trabajador ayudando de esta manera al adelanto de la industria.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Optimizar el desplazamiento vertical de la mesa de una sierra circular de madera mediante la automatización de este proceso.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Seleccionar el sistema de control aplicable para la automatización
2. Determinar los parámetros que se utilizará en la automatización.
3. Establecer las ventajas de la automatización de la mesa de la sierra circular

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El objetivo del control automático es el de mantener en determinado valor de la operación las variables como presiones flujos temperaturas posiciones etc. Los instrumentos de control empleados en las industrias de proceso tales como química, petroquímica, en el campo de la instrumentación industrial emplean el mismo lenguaje. Las definiciones alimenticia, metalúrgica, energética, textil, papel, etc., tienen su propia terminología; los términos empleados definen las características propias de medidas y de control y las estáticas y dinámicas de los diversos instrumentos utilizados: indicadores, registradores, controladores, transmisores y válvulas de control. La terminología empleada se ha unificado con el fin de que los fabricantes, los usuarios y los organismos o entidades que intervienen directa o indirectamente de los términos empleados se relacionan con las sugerencias hechas por la SAMA (Scientific Apparatus Makers Association) en su norma PMC 20-2-1970

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 Sierras Circulares

Las máquinas de sierra circular incluyen corte en frío, corte con disco de abrasivo, sierras de mesa y sierras de brazo. El corte en frío se suele utilizar para recorte en operaciones automatizadas. El tipo de hoja o disco depende del material y de la velocidad de la máquina. Las sierras en frío tienen hojas rotatorias en plano vertical y el avance se aplica a la sierra en plano horizontal, rectilíneo.

Las hojas de fricción pueden utilizarse en sierras circulares de alta velocidad, especiales para hojas de fricción. Igual que en las sierra de cinta, la sierra circular de fricción ofrece un medio para el corte rápido de materiales ferrosos y algunos plásticos termoendurecibles. En el corte con disco de abrasivo se emplea un disco

con aglutinación resinoide o con caucho, que gira con altas velocidades; este método efectúa cortes rápidos y precisos de metales y cerámicas.

2.2.1.1 Tipos de sierra circular

2.2.1.1.1 Sierra circular manual con cable

La sierra circular es una de las herramientas más importantes en el arsenal del carpintero, con ella puede cortarse en línea recta, casi cualquier material con exactitud suficiente si se usa la hoja de corte apropiada. Es una herramienta que debe operarse con mucha precaución ya que puede en un descuido, producir profundas heridas e incluso mutilar partes completas del cuerpo.

Lo más común en las eléctricas, es que la hoja tenga 185 mm de diámetro, con lo que puede cortarse materiales de hasta algo más de 35 mm de grueso y es desmontable para ser sustituida o afilada en caso de perder el filo, que es muy importante para un trabajo adecuado de la sierra así como de la calidad del corte.

Pueden adquirirse en el mercado hojas para muchos propósitos, hay hojas para corte transversal, al hilo y combinada para madera, para corte de plásticos, para madera contrachapada, para metales, para cerámicas y hormigón etc.

Las hojas para corte de madera contrachapada y paneles son de dientes muy pequeños para dejar un corte limpio.

Para los metales, las cerámicas y el hormigón se usan discos abrasivos reforzados de diferente granulometría.



Figura 2.1 Sierra circular manual con cable

Fuente: <http://sabelotodo.org/herramientas/sierracircular.html>

2.2.1.1.2 Sierras De Brazo Radial

La sierra de brazo radial fue desarrollada en 1922 por DeWalt; estas sierras se suelen emplear para cortar madera y plásticos al igual que la sierra circular de mesa, las sierras de brazo radial tienen hoja circular y motor que se mueve a lo largo de un brazo superior de soporte. La hoja se avanza hacia la pieza de trabajo estacionaria para efectuar el corte necesario.



Figura2.2 Sierra de brazo radial

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-free-img/radial-arm-saw-and-cross-cut-saw-machine-236151533.html>

2.2.1.1.3 Sierra Circular De Mesa

La sierra circular utilizada comúnmente en la construcción es una máquina ligera y sencilla, compuesta de una mesa fija con una ranura en el tablero que permite el paso del disco de sierra, un motor y un eje porta-herramienta.

La transmisión puede ser por correa, en cuyo caso la altura del disco sobre el tablero es regulable a voluntad, o directamente del motor al disco, siendo entonces éste fijo.

Esta máquina es utilizada para aserrar longitudinal o transversalmente maderas, y también para seccionarlas. Empleando una hoja adecuada (En cuanto a su dureza y a la forma de sus dientes).

La madera es una sustancia dura y resistente que constituye el tronco de los árboles y su densidad se obtiene entre la masa por unidad de volumen.

$$D = \frac{M}{V} \quad (\text{Kg}/\text{m}^3) \quad (2-1)$$



Figura 2.3 Sierra circular de mesa

Fuente: realizada Por el autor

2.2.1.2 Partes de la Sierra Circular de mesa

- Interruptor
- Manubrio para cambio de altura
- Perno para fijar árbol
- Mesa de trabajo
- Cubierta
- Árbol o eje
- Guía longitudinal
- Base de la maquina

2.2.1.2.1 Sistema De Manubrio Para Cambio De Altura

El sistema para el cambio de altura de la sierra circular de mesa consta de las siguientes partes: un eje y dos tornillos de potencia enlazados por engranes cónicos.

2.2.1.2.1.1 Mecánica de los tornillos de fuerza o potencia.

Este tipo de tornillos se utilizan para transformar un movimiento angular en lineal, transmitiendo fuerza (prensas, gatos, husillos de avance de tornos, etc...).

- d_m = diámetro medio.
- p = paso.
- λ = ángulo de hélice, o de avance.

Se quiere calcular la relación entre el par T necesario para bajar y subir la carga y la fuerza F.

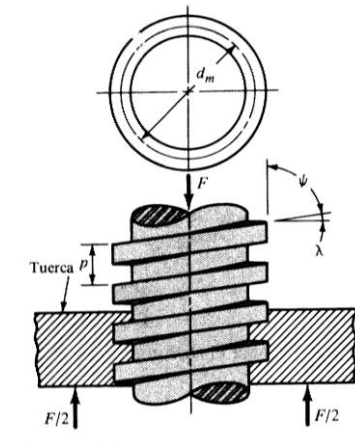


Figura 2.4 Esquema de un tornillo de potencia

Fuente: <http://www.scribd.com/doc/3952570/Diseño-de-elementos-de-maquinas-Tornillos-y-uniones-atornilladas>

El filete de la rosca del tornillo se desarrolla sobre un plano una longitud equivalente a una vuelta. Se hace un análisis de las fuerzas actuantes para subir la carga figura a) y para bajarla figura b).

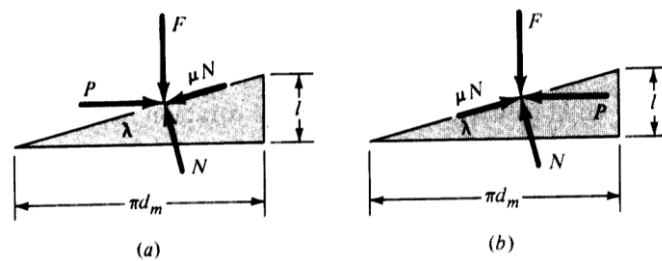


Figura 2.5 Desarrollo de una vuelta del tornillo de potencia

Fuente: <http://www.scribd.com/doc/3952570/Diseño-de-elementos-de-maquinas-Tornillos-y-uniones-atornilladas>

Momento o par de torsión requerido para dos fines; vencer el rozamiento en la rosca y levantar la carga

$$T = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{l + \pi \mu d_m}{\pi d_m - \mu l} \right) \quad (2-2)$$

Donde:

T = torque para levantar la carga (Nm)

F = fuerza de compresión axial (N)

d_m = diámetro medio (m)

μ = coeficiente de fricción

l = avance de la rosca (m)

Para obtener el avance de la rosca se aplica la ecuación siguiente

$$l = n p \quad (2-3)$$

Donde

n = Número de entradas de la rosca

p = paso de rosca (m)

Diámetro medio de la rosca

$$d_m = d - \frac{p}{2} \quad (2-4)$$

En el cual:

d = diámetro externo de la rosca

p = paso de rosca (m)

Par de torsión requerido para hacer descender la carga

$$T = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{\pi \mu d_m - l}{\pi d_m + \mu l} \right) \quad (2-5)$$

Donde:

T = torque para descender la carga (Nm)

En casos específicos en donde el avance es largo o la fricción es baja puede suceder que la carga descienda por sí sola, haciendo que el tornillo gire sin ninguna acción externa. En estos casos el par de torsión T de la ecuación anterior será negativo o igual a cero. Cuando se tiene un momento positivo se dice que el tornillo es autoasegurante, por lo tanto la ecuación de autoaseguramiento es la siguiente.

$$\pi \mu d_m > l \quad (2-6)$$

Una expresión de eficiencia también será útil para evaluar los tornillos de potencia si $\mu = 0$ en la ecuación de momento para subir la carga

$$T_o = \frac{Fl}{2\pi} \quad (2-7)$$

Que como se elimino la fricción de la rosca es el momento necesario para elevar la carga. Por consiguiente la eficiencia es

$$e = \frac{T_o}{T} = \frac{Fl}{2\pi T} \quad (2-8)$$

Donde:

F = fuerza de comprensión axial

l = avance de la rosca (m)

T = torque para levantar la carga (Nm)

Las ecuaciones precedentes se han desarrollado para roscas cuadradas, donde las cargas normales son paralelas al eje del tornillo.

2.2.1.2.1.2 Normas o Estándares Para Definición De Roscas De Tornillos

Una Rosca es una arista helicoidal de un tornillo (rosca exterior) o de una tuerca (rosca interior), de sección triangular, cuadrada o roma, formada sobre un núcleo cilíndrico, cuyo diámetro y paso se hallan normalizados.

Se denomina rosca al fileteado que presentan los tornillos y los elementos a los que éstos van roscados (tuercas o elementos fijos). Las roscas se caracterizan por su perfil y paso, además de su diámetro.

2.2.1.2.1.2.1 Partes De La Rosca

El *Paso* es la distancia que hay entre dos hilos adyacentes, medida paralelamente al eje de la rosca, y es el recíproco de número de hilos por pulgada.

Diámetro mayor d es el mayor diámetro de la rosca

Diámetro menor d_r es el diámetro de menor tamaño de la rosca

El avance es la distancia que desplaza una tuerca paralelamente al eje de la rosca de un tornillo, cuando se le da una vuelta en el caso de una rosca simple (o de un solo filete) como la de la figura el avance es igual al paso.

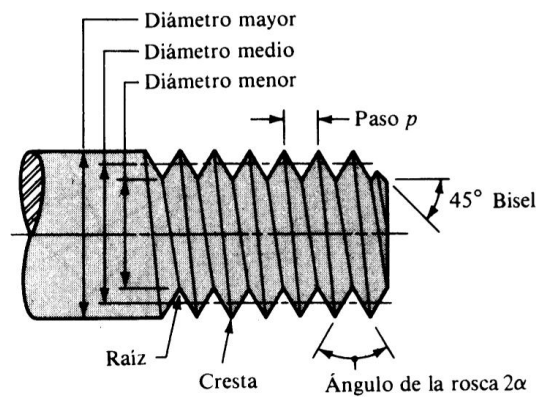


Figura 2.6 Partes de la Rosca

Fuente: <http://www.scribd.com/doc/3952570/Diseno-de-elementos-de-maquinas-Tornillos-y-uniones-atornilladas>

Un elemento con rosca múltiple es aquel cuya rosca tiene dos o más filetes. Los productos estandarizados como tornillos pernos, tuercas etc. tienen rosca sencilla.

En un tornillo de rosca doble el avance es igual a dos veces el paso, y en uno de rosca triple el avance es igual a tres veces el paso, etc.

2.2.1.2.1.2 TIPOS DE ROSCAS

2.2.1.2.1.2.1 Rosca en V Aguda

Se aplica en donde es importante la sujeción por fricción o el ajuste, como en instrumentos de precisión, aunque su utilización actualmente es rara.

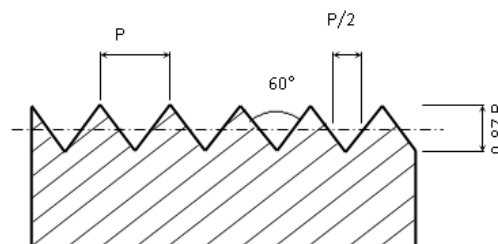


Figura 2.7 Rosca en V Aguda

Fuente: <http://www.escuelaraggio.edu.ar/MECA/archivos/TECNOLOGIA/5.doc>

2.2.1.2.1.2.2.2 Rosca Redondeada

Se utiliza en tapones para botellas y bombillos, donde no se requiere mucha fuerza, es bastante adecuada cuando las roscas han de ser moldeadas o laminadas en chapa metálica.

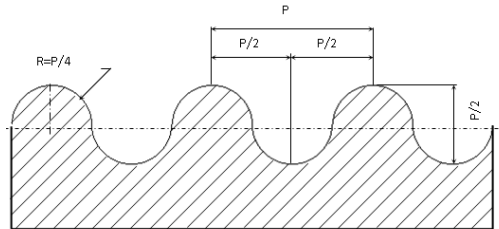


Figura 2.8 Rosca Redondeada

Fuente:<http://www.escuelaraggio.edu.ar/MECA/archivos/TECNOLOGIA/5.doc>

2.2.1.2.1.2.2.3 Rosca Nacional Americana Unificada

Esta forma es la base del estándar de las roscas en Estados Unidos, Canadá y Gran Bretaña.

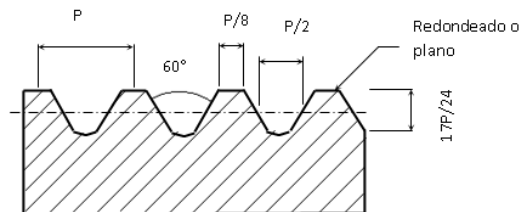


Figura 2.9 Rosca Unificada

Fuente:<http://www.escuelaraggio.edu.ar/MECA/archivos/TECNOLOGIA/5.doc>

2.2.1.2.1.2.2.4 Rosca Cuadrada

Esta rosca puede transmitir todas las fuerzas en dirección casi paralela al eje, a veces se modifica la forma de filete cuadrado dándole una conicidad o inclinación de 5° a los lados.

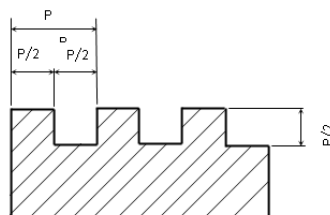


Figura 2.10 Rosca Cuadrada

Fuente:<http://www.escuelaraggio.edu.ar/MECA/archivos/TECNOLOGIA/5.doc>

2.2.1.2.1.2.2.5 Rosca Acme

Ha reemplazado generalmente a la rosca de filete truncado. Es más resistente, más fácil de tallar y permite el empleo de una tuerca partida o de desembrague que no puede ser utilizada con una rosca de filete cuadrado.

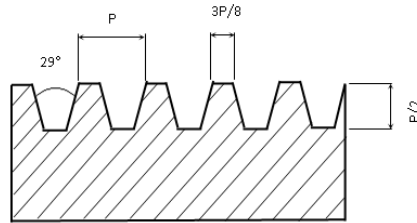


Figura 2.11 Rosca Acme

Fuente: <http://www.escuelaraggio.edu.ar/MECA/archivos/TECNOLOGIA/5.doc>

2.2.1.2.1.2.2.6 Rosca Acme de Filete Truncado

La rosca Acme de filete truncado es resistente y adecuada para las aplicaciones de transmisión de fuerza en que las limitaciones de espacio la hacen conveniente.

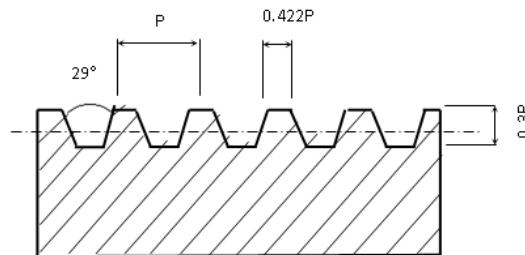


Figura 2.12 Rosca Acme de Filete Truncado

Fuente: <http://www.escuelaraggio.edu.ar/MECA/archivos/TECNOLOGIA/5.doc>

2.2.1.2.1.2.2.7 Rosca Whitworth

Utilizada en Gran Bretaña para uso general siendo su equivalente la rosca Nacional Americana.

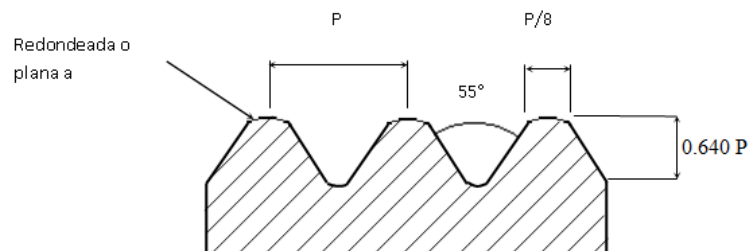


Figura 2.13 Rosca Whitworth

Fuente: <http://www.escuelaraggio.edu.ar/MECA/archivos/TECNOLOGIA/5.doc>

2.2.1.2.1.2.2.8 Rosca Sin Fin

Se utiliza sobre ejes para transmitir fuerza a los engranajes sin fin.

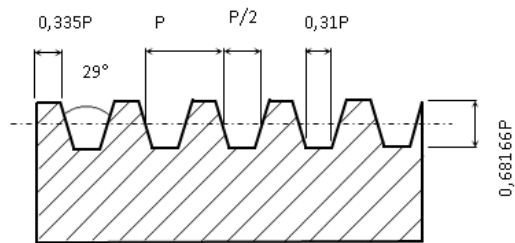


Figura 2.14 Rosca Sin Fin

Fuente: <http://www.escuelaraggio.edu.ar/MECA/archivos/TECNOLOGIA/5.doc>

2.2.1.2.1.2.2.9 Rosca Trapezoidal

Este tipo de rosca se utiliza para dirigir la fuerza en una dirección. Se emplea en gatos y cerrojos de cañones.

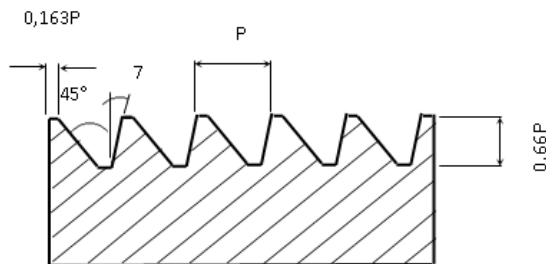


Figura 2.15 Rosca Trapezoidal

Fuente: <http://www.escuelaraggio.edu.ar/MECA/archivos/TECNOLOGIA/5.doc>

2.2.1.2.1.3 ENGRANES CÓNICOS

Los engranes cónicos o biselados se utilizan para transmitir movimiento entre flechas o ejes no paralelas, por lo regular a 90° entre sí. Algunos tipos en el mercado son el cónico recto, el ZEROL biselado, el cónico en espiral y el hipoide

2.2.1.2.1.3.1 Engrane cónico recto.

Los dientes de los engranes cónicos o biselados rectos son rectos y se ubican a lo largo de los elementos de un cono. La superficie que pasará por la línea de paso de todos los dientes será parte de un cono circular recto. Cuando se enlazan dos engranes cónicos se interceptan los ejes de sus conos de paso en el mismo punto.

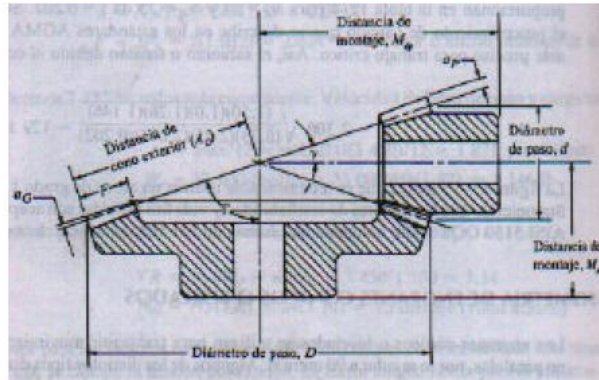


Figura 2.16 Geometría de engranes cónicos o biselados

Fuente: Diseño de Elementos de Máquinas de Robert L. Mott

El ángulo de la superficie del cono de paso depende de la relación del número de dientes en los dos engranes que se enlazan.

Para el piñón el ángulo de cono de paso es

$$\gamma = \tan^{-1} \left(\frac{N_p}{N_G} \right) \quad (2-9)$$

Donde:

N_p = Número de dientes del piñón

N_G = Número de dientes del engrane

Ángulo de cono de paso para el engrane

$$\Gamma = \tan^{-1} \left(\frac{N_p}{N_G} \right) \quad (2-10)$$

Estas ecuaciones se emplean si los dos ejes que soportan a los engranes están separados a 90° en este caso

$$\gamma + \Gamma = 90^\circ \quad (2-11)$$

Estos engranes se fabrican en el sistema de paso diametral con dientes evolventes a 20° . el diámetro de paso se define para el extremo largo de los dientes y se calcula de la misma manera que para engranes de talla recta o cilíndricos.

$$P_d = \frac{N_p}{d} = \frac{N_G}{D} \quad (2-12)$$

Donde

d = diámetro de paso del piñón (m)

D= diámetro de paso del engrane (m)

P_d = paso diametral (dientes/ pulg)

El paso circular se calcula de la misma manera que los engranes cilíndricos de talla recta.

$$p = \pi m \quad (2-13)$$

Donde

m = módulo (mm)

La relación de velocidad entre el piñón y el engrane en la línea de paso son la misma

$$N_P \omega_P = N_G \omega_G \quad (2-14)$$

Donde:

N_P = numero de dientes del piñón

ω_P = velocidad angular del piñón (rpm)

N_G = numero de dientes del engrane

ω_G = velocidad angular del engrane (rpm)

Otras características de los engranes cónicos rectos se fabrican por lo regular de acuerdo con las relaciones de la siguiente tabla.

Tabla 2.2 características geométricas de diente de engrane cónicos rectos

Profundidad total	$h_t = 2.188/P_d + 0.002$
Profundidad de trabajo	$h_k = 2.000/P_d$
Espaciamiento	$c = 0.188/P_d + 0.002$
Cabeza: engrane	$a_G = \frac{0.54}{P_d} + \frac{0.460}{P_d(N_G/N_P)^2}$
Cabeza: piñón	$a_P = h_k - a_G$
Diámetro exterior: engrane	$D_o = D + 2a_G \cos \Gamma$
Diámetro exterior: piñón	$d_o = d + 2a_P \cos \gamma$
Distancia de cono exterior	$A_o = D/(2 \sin \Gamma) = d/(2 \sin \gamma)$
Espesor o ancho de la cara que se prefiere	$F = A_o/3$ o menos. (F máxima = $10/P_d$)

Fuente: Diseño de Elementos de Máquinas de Robert L. Mott

2.2.1.2.1.3.1.1 Fuerza En Engranés Cónicos Rectos

Debido a la forma cónica de los engranes biselados y a la forma evolvente de los dientes, un conjunto de tres componentes actúa sobre los dientes de los engranes biselados o cónicos. Utilizando la siguiente notación W_t para la carga transmitida, W_r para la carga radial y W_x para la carga axial suponiendo que las tres cargas actúan de forma concurrente en la parte media de la cara de los dientes y el cono de paso.

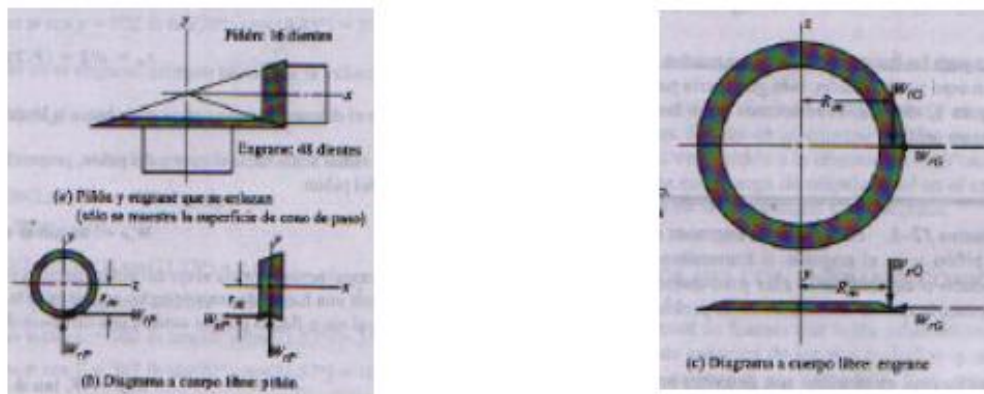


Figura 2.17 fuerzas aplicadas en engranes cónicos

Fuente: Diseño de Elementos de Máquinas de Robert L. Mott

La carga transmitida actúa tangencialmente respecto al cono de paso y es la fuerza que genera el torque en el piñón y el engrane. El torque se puede calcular a partir de la siguiente ecuación:

$$T = W_r * r \quad (2-15)$$

Donde:

T = torque en (Nm)

W_r = Carga radial (N)

r = radio del piñón o del engrane (m)

En consecuencia al utilizar por ejemplo, el piñón, la carga transmitida es

$$W_t = \frac{T}{r_m} \quad (2-16)$$

Donde:

T = torque del piñón (Nm)

r_m = es el radio medio del piñón (mm)

El valor de r_m puede calcularse a partir de

$$r_m = d/2 - \left(\frac{F}{2}\right) \operatorname{sen} \gamma \quad (2-17)$$

En el cual:

d = diámetro de paso del piñón (m)

F = Espesor ancho de cara del diente de engranes cónicos rectos (m)

La carga radial actúa hacia el centro del piñón, perpendicular a su eje lo que provoca flexión en la flecha del piñón

$$W_{rP} = W_t \tan \emptyset \cos \gamma \quad (2-18)$$

Donde

W_t = Carga transmitida (N)

\emptyset = Ángulo de presión en grados

W_{rP} = Carga radial del piñón (N)

La carga axial actúa paralela al eje del piñón, tiende a empujarlo lejos del engrane con el que enlaza. Provoca una fuerza de empuje en los cojinetes de la flecha. También genera un momento de flexión en el eje o flecha porque actúa a una distancia del eje que es igual al radio medio del engrane

$$W_{xP} = W_t \tan \emptyset \operatorname{sen} \gamma \quad (N) \quad (2-19)$$

Donde:

W_{xP} = Carga axial (N)

2.2.2 AUTOMATIZACIÓN

Cuando un proceso de automatización se realiza sin la intervención humana decimos que se trata de un proceso automatizado. La automatización permite la eliminación “total” o parcial de la intervención del hombre. Los automatismos son dispositivos de realizar tareas sin la intervención humana.

2.2.2.1 Ventajas de la automatización

- Permite aumentar la producción y adaptarla a la demanda
- Disminuye el coste del producto
- Consigue mejorar la calidad del producto y mantenerla constante
- Mejora la gestión de la empresa

- Disminuye de la mano de obra necesaria
- Hace más flexible el uso de la herramienta

2.2.2.2 Inconvenientes de la automatización

- Incremento de la energía consumida por producto
- Repercusión de la inversión en el coste del producto
- Exigencia de mayor nivel de conocimientos de los operarios

2.2.2.3 Tecnología De La Automatización Por Lógica Cableada

La lógica cableada industrial consiste en el diseño de automatismos con circuitos cableados entre contactos auxiliares de relés electromecánicos, contactores de potencia, relés temporizados, diodos, relés de protección, válvulas óleo-hidráulicas o neumáticas y otros componentes. Los cableados incluyen funciones de comando y control, de señalización, de protección y de potencia. La potencia además de circuitos eléctricos comprende a los circuitos neumáticos (mando por aire a presión) u óleo hidráulicos (mando por aceite a presión). Crea automatismos rígidos, capaces de realizar una serie de tareas en forma secuencial, sin posibilidad de cambiar variables y parámetros. Si se ha de realizar otra tarea será necesario realizar un nuevo diseño. Se emplea en automatismos pequeños, o en lugares críticos, donde la seguridad de personas y máquinas, no puede depender de la falla de un programa de computación.

2.2.2.3.1 Eléctrica: Basado en el empleo de relés o contactores.

- *Relé:* Actúa como intermediario para alimentar un determinado circuito en función de una señal externa. Se compone de: bobina, conjunto magnético y contactos, cuando la bobina recibe tensión, el conjunto magnético báscula consiguiendo que los contactos cambien de posición.
- *Contactor:* funcionalmente equivalente a un relé, pero más robusto para soportar mayores tensiones y corrientes de cara a su aplicación industrial.



Figura2.18 Relés o contactores

Fuente: <http://tecnologiasautomatizacion.blogspot.es>

2.2.2.3.2 Electrónica: La automatización electrónica se caracteriza por el empleo de componentes electrónicos tales como: puertas lógicas, registros de desplazamiento, temporizadores, contadores, drivers, sumadores, etc.

2.2.2.3.3 Electroneumática

En electroneumática, la energía eléctrica substituye a la energía neumática como el elemento natural para la generación y transmisión de las señales de control que se ubican en los sistemas de mando. Los elementos nuevos y diferentes que entran en juego están constituidos básicamente para la manipulación y acondicionamiento de las señales de voltaje y corriente que deberán de ser transmitidas a dispositivos de conversión de energía eléctrica a energía neumática para lograr la activación de los actuadores neumáticos.

2.2.2.3.4 Electrohidráulica

En los procesos que poseen la necesidad de emplear grandes cantidades de energía el empleo de la energía hidráulica se hace presente en este momento. Máquinas de moldeo, grúas, entre otros, son áreas en donde se requieren grandes esfuerzos y

presiones que tanto la energía neumática como la eléctrica no son apropiadas ya sea por razones económicas o por las magnitudes de los esfuerzos requeridos.

2.2.2.4 Tecnología De La Automatización Por Lógica Programada

2.2.3.4.1 Microcontrolador

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria y Unidades de E/S, es decir, se trata de un computador completo en un solo circuito integrado.

El microcontrolador cumple las funciones de cerebro de cualquier aplicación, que puede ser desde encender un led hasta telecontrol y es responsable de la buena funcionalidad del circuito que gobierna. Como todo cerebro, este chip tiene que procesar alguna información que tiene en su memoria y de esta manera decidir qué hacer. A esta información que debe tener el chip se le llama software o programa de aplicación

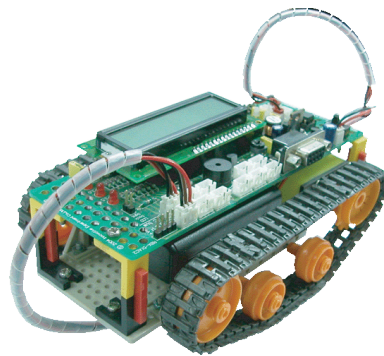


Figura2.19 Usos del microcontrolador

Fuente: <http://tecnologiasautomatizacion.blogspot.es>

2.2.3.4.2 PLC

Un autómata programable industrial (API) o Programmable logic controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc. Sus reducidas

dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como: Espacio reducido, procesos de producción periódicamente cambiantes, procesos secuenciales, maquinaria de procesos variables, instalaciones de procesos complejos y amplios, chequeo de programación centralizada de las partes del proceso



Figura2.20 PLC

Fuente: <http://tecnologiasautomatizacion.blogspot.es>

2.2.2.5 Sistemas de Control

El sistema de control de un sistema automatizado permite ejecutar el programa y lograr que el proceso realice su función definida. Los sistemas de control pueden ser de dos tipos:

- Sistemas de control de ciclo cerrado.
- Sistemas de control de ciclo abierto.

2.2.2.5.1 Ciclo cerrado

En un sistema de control de ciclo cerrado la variable de salida es comparada con un parámetro de entrada, y cualquier diferencia entre las dos es usada para lograr que la salida sea acorde con la entrada.

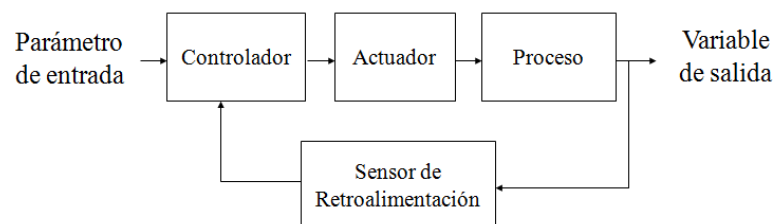


Figura 2.21 Sistemas de control de ciclo cerrado

Fuente: <http://www.intelmax.com>

2.2.2.5.2 Ciclo abierto

Un sistema de control de ciclo abierto opera sin el ciclo de retroalimentación, sin medir la variable de salida, de manera que no hay comparación entre el valor real de la salida y el valor deseado en el parámetro de entrada.

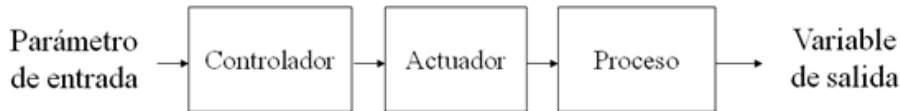


Figura 2.22 Sistemas de control de ciclo abierto

Fuente: <http://www.intelmax.com>

2.2.3 CONTROL DE VELOCIDAD POR FRECUENCIA

El variador de frecuencia es un aparato electrónico que permite controlar la velocidad de motores de inducción eléctricos, siendo que el control de velocidad es hecho cambiando la frecuencia de la salida de corriente enviada al motor, en el rango de 0 a 400 Hz. El variador es alimentado por un sistema trifásico en dos rangos de voltaje: 200 a 240 Volt, 50 y 60 Hz o 380 a 480 Volt, 50 o 60 Hz.

Una excelente forma de controlar la velocidad de un motor de inducción es variando la frecuencia del voltaje de alimentación.

Este método implica disponer de una fuente separada, en donde la frecuencia y la tensión puedan ser variadas simultáneamente y en proporción directa una de la otra; ya que para obtener un flujo permanente en los motores, se deben mantener una relación constante entre la tensión V , y la frecuencia f de la fuente de alimentación, la razón de mantener una relación constante entre la tensión aplicada y la frecuencia de la fuente, es porque el par desarrollado depende de la magnitud del flujo, y existen muchas aplicaciones en donde conservar el par constante, es de especial interés.

La fuente de frecuencia variable puede ser:

- a) Grupo Motor - Generador.
- b) Conmutatriz o convertidor rotativo.

El primero es un montaje que emplea un motor de corriente directa de velocidad regulable y un generador síncrono acoplado a éste. Variando la velocidad del motor se obtienen variaciones en la frecuencia y como el campo de excitación del

generador se mantiene en un cierto valor fijo, todas las variaciones de frecuencia irán acompañadas por cambios proporcionales en la tensión.

En el segundo inciso el convertidor rotativo es una máquina en las que se reúnen las características del montaje motor-generador; transforma la energía de una red de corriente alterna de una frecuencia dada, en energía de otra frecuencia. En ocasiones se encuentran cadenas de regulación de velocidad, en donde motores de rotor devanado se emplean como convertidores de frecuencia.

2.2.3.1 Como Funciona un Inversor de Frecuencia

En su concepto más básico, el inversor de frecuencia rectifica o transforma la corriente alterna (CA) de la alimentación en corriente directa (CD), para ello cuenta con un circuito de rectificadores formado por diodos, un contactor interno, unas resistencias y unos capacitores que permiten obtener una CD lo mas plana posible (sin rizo). Posteriormente, la CD se transforma nuevamente en CA de la frecuencia deseada diferente o igual a los 60 ciclos por segundo estándar en la línea de alimentación; esta variación de la frecuencia es la que propiciará que el motor gire más rápido a más lento según se gire la perilla de control.

Para lograr la conversión de CD a CA, internamente en el inversor existen dos tarjetas electrónicas, una de control que tiene un procesador similar al de una computadora y que es el cerebro del aparato quien mandará a otra tarjeta electrónica llamada de disparo o de potencia que regulará la operación de un circuito de transistores de potencia IGBT quienes son los últimos encargados de formar la nueva corriente alterna de la salida hacia el motor mediante el sistema PWM, "Pulse Width Modulation", "Modulación por ancho de pulso").

El inversor de frecuencia, simultáneamente a que mueve la frecuencia, a su vez, mueve el voltaje de salida al motor, por ejemplo, si se baja la frecuencia de salida también se baja el voltaje de salida y a la inversa. Esto permite mantener la capacidad de torque o par del motor ya que la corriente permanecerá aproximadamente constante para una determinada carga mecánica. Todo lo anterior es hecho automáticamente en el interior del inversor de frecuencia sin intervención o conocimiento del operador.

2.2.3.2 Usos del Variador de frecuencia

El motor de corriente alterna, a pesar de ser un motor robusto, de poco mantenimiento, liviano e ideal para la mayoría de las aplicaciones industriales, tiene el inconveniente de ser un motor rígido en cuanto a su velocidad. La velocidad del motor asincrónico depende de la forma constructiva del motor y de la frecuencia de alimentación.

Como la frecuencia de alimentación que entregan las Compañías de electricidad es constante, la velocidad de los motores asincrónicos es constante, salvo que se varíe el número de polos, el resbalamiento o la frecuencia.

El método más eficiente de controlar la velocidad de un motor eléctrico es por medio de un variador electrónico de frecuencia. No se requieren motores especiales, son mucho más eficientes y tienen precios cada vez más competitivos. El variador de frecuencia regula la frecuencia del voltaje aplicado al motor, logrando modificar su velocidad. Sin embargo, simultáneamente con el cambio de frecuencia, debe variarse el voltaje aplicado al motor para evitar la saturación del flujo magnético con una elevación de la corriente que dañaría el motor.

2.2.3.3 Partes de un variador de frecuencia

Los variadores de frecuencia están compuestos por:

2.2.3.3.1 Etapa Rectificadora. Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc.

2.2.3.3.2 Etapa intermedia. Filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.

2.2.3.3.3 Inversor o "Inverter". Convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos. Actualmente se emplean IGBT's (Isolated Gate Bipolar Transistors) para generar los pulsos controlados de tensión. Los equipos más modernos utilizan IGBT's inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobre corriente, sobre tensión, baja tensión, cortocircuitos, puestas a masa del motor, sobre temperaturas, etc.

2.2.3.3.4 Etapa de control. Esta etapa controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además controla los parámetros externos en general, etc.

Los variadores más utilizados utilizan modulación PWM (Modulación de Ancho de Pulsos) y usan en la etapa rectificadora puente de diodos rectificadores. En la etapa intermedia se usan condensadores y bobinas para disminuir las armónicas y mejorar el factor de potencia. Los fabricantes que utilizan bobinas en la línea en lugar del circuito intermedio, pero tienen la desventaja de ocupar más espacio y disminuir la eficiencia del variador.

El Inversor o Inverter convierte la tensión continua de la etapa intermedia en una tensión de frecuencia y tensión variables. Los IGBT envían pulsos de duración variable y se obtiene una corriente casi senoidal en el motor.

La frecuencia portadora de los IGBT se encuentra entre 2 a 16kHz. Una portadora con alta frecuencia reduce el ruido acústico del motor pero disminuye el rendimiento del motor y la longitud permisible del cable hacia el motor. Por otra parte, los IGBT's generan mayor calor.

Las señales de control para arranque, parada y variación de velocidad (potenciómetro o señales externas de referencia) estén aisladas galvánicamente para evitar daños en sensores o controles y evitar ruidos en la etapa de control.

2.2.3.4 Ventajas con el Uso de Inversores de Frecuencia

- Es posible mover la velocidad del motor o motorreductor según las necesidades de la producción o el proceso, esto puede ser hecho de forma automática o manual sin la necesidad de costosos motores especiales de CD y controladores de CD que en conjunto resultan más costosos sin ninguna ventaja sino por el contrario, conllevan mayores costos de mantenimiento porque el motor tiene múltiples puntos de falla.
- El inversor cuenta con una carátula en donde se indican corriente circulante, voltaje, velocidad del motor, fallas, etc. no disponibles en otro tipo de controles de velocidad como son los mecánicos o los de CD.
- No se requieren protecciones adicionales de sobre corriente para la protección del motor, esto lo hace el propio inversor de forma fina y ajustable sin ningún costo adicional protegiendo al motorreductor.
- Es posible automatizar el sistema utilizando otras características propias del inversor de frecuencia utilizando para ellos circuitos de lazo cerrado

con encóder o similar. También es posible un excelente control de velocidad o par usando lazo abierto mediante la característica de “control vectorial” de los inversores.

- Se puede arrancar suavemente (tanto como se requiera) una determinada carga sin golpear la transmisión variando el tiempo de aceleración lo que no es posible con otros sistemas de variación mecánica.
- Se puede regular la corriente de arranque del motor aumentando la capacidad de arranques y paros frecuentes (hasta 20-25 por minuto) sin sobrecalentar el motor y disminuyendo el consumo de energía.
- Mejora el factor de potencia y el consumo de corriente de la instalación disminuyendo los costos operativos.
- Es posible manejar automáticamente varios inversores de frecuencia funcionando en cascada en donde la velocidad de unos dependerán de la indicación de otro llamado inversor maestro. Cualquiera de los inversores puede ser el inversor maestro que mandará a los demás. Si se mueve la velocidad de un tramo de banda transportadora, automáticamente variará la velocidad de otros tramos de banda interconectados en el mismo o diferente proceso que tengan motorreductores diferentes.
- Es posible adecuar con toda precisión el par o torque del motor a la carga mecánica para obtener mínimo desgaste y esfuerzo del sistema ahorrando energía eléctrica y en algunos casos será posible mover una misma carga con menos potencia que cuando se utiliza un arrancador convencional (alta inercia).
- Es factible usar el inversor de frecuencia para controlar el tiempo de desaceleración del sistema mecánico.
- El costo inicial de adquisición es menor que un variador mecánico o un conjunto de corriente directa (CD).

2.2.4 MOTOR ELÉCTRICO



Figura 2.23 Motor eléctrico

Fuente: <http://www.weg.net/pt/Media-Center/Noticias/Produtos-e-Solucoes/W22-novo-conceito-em-motores-eletricos>

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos.

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos

2.2.4.1 Componentes.

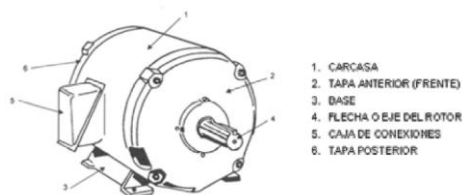


Figura 1.10 Partes de un motor de C.A.

Figura 2.24 Partes de un motor de CA

Fuente: <http://www.scribd.com/doc/2448049/Manual-de-motores-eletricos>

2.2.4.2 Clasificación de los motores eléctricos

2.2.4.2.1 Por su alimentación eléctrica

Motores eléctricos {
Corriente directa – la corriente no varia con el tiempo
Corriente alterna – la corriente varia con respecto al tiempo
Universales – Son de velocidad variable

1. Motores de corriente alterna, se usan mucho en la industria, sobre todo, el motor trifásico asíncrono de jaula de ardilla.
2. Motores de corriente continua, suelen utilizarse cuando se necesita precisión en la velocidad, montacargas, locomoción, etc.
3. Motores universales. Son los que pueden funcionar con corriente alterna o continua, se usan mucho en electrodomésticos. Son los motores con colector.

2.2.4.2.2 Por el número de fases en su alimentación

Monofasico (1 fase): {
rotor devanado
Repulsión
jaula de ardilla
Fase partida con condensador
Polo de sombra
Histéresis

} tienen problemas para arrancar
Tienen devanado de arranque
Tienen devanado de trabajo

Bifásico (2 fases): {rotor devanado} solo tiene devanado de trabajo o régimen
{jaula de ardilla} No tienen devanado de arranque

Trifásico (3 fases): {Rotor devanado} solo tienen devanado de trabajo o régimen
{Jaula de ardilla} No tienen devanado de arranque

2.2.4.3 Motor Eléctrico De Jaula De Ardilla

Motor eléctrico con un rotor de jaula de ardilla también se llama "motor de jaula de ardilla". En su forma instalada, es un cilindro montado en un eje. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula. El nombre se deriva de la semejanza entre esta jaula de anillos y barras y la rueda de un hámster (ruedas probablemente similares existen para las ardillas domésticas).

Los devanados inductores en el estator de un motor de inducción instan al campo magnético a rotar alrededor del rotor. El movimiento relativo entre este campo y la rotación del rotor induce corriente eléctrica, un flujo en las barras conductoras. Alternadamente estas corrientes que fluyen longitudinalmente en los conductores reaccionan con el campo magnético del motor produciendo una fuerza que actúa tangente al rotor, dando por resultado un esfuerzo de torsión para dar vuelta al eje. En efecto el rotor se lleva alrededor el campo magnético pero en un índice levemente más lento de la rotación

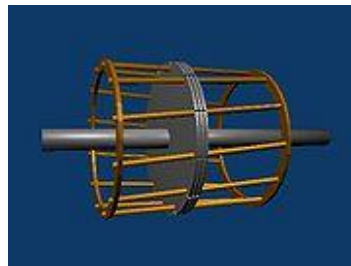


Figura 2.25 Esquema del rotor de jaula de ardilla.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Squirrel_cage.jpg

2.2.4.4 Motores Trifásicos

En los motores trifásicos de inducción normalmente no hay conexión eléctrica al rotor, pero en principio de operación, las corrientes se inducen en el circuito del rotor y se produce entonces la reacción entre los campos de la armadura y el rotor, al conducir corriente los conductores del rotor dentro del campo magnético, produciéndose una fuerza en los conductores que tiende a moverlos en ángulo recto con respecto al campo.

Cuando el estator o devanado primario de un motor trifásico de inducción se conecta a una alimentación de C.A. trifásica, se establece un campo magnético rotatorio que gira a la velocidad de sincronismo. La dirección de las revoluciones de este campo dependerá de la secuencia de fases de las corrientes del primario y, por lo tanto, del orden o secuencia cómo se conecten las terminales del primario a la alimentación.

La dirección de rotación del campo se puede invertir, intercambiando la conexión a la alimentación en dos de los tres conductores del motor trifásico.

2.2.4.4.1 Consumo de los Motores Trifásicos

Como orientación, se puede tomar como consumo medio de los motores trifásicos eléctricos, los siguientes:

2.2.4.4.2 Intensidades de arranque de los motores trifásicos

A la hora de considerar la puesta en marcha de un motor es muy importante tener en cuenta si el arranque se hace en vacío, a media carga o a plena carga, así como el tipo de máquina en que está situado el motor.

2.2.4.4.3 Tipos de arranque de Motores trifásicos

2.2.4.4.3.1 Arranque directo

Es el sistema de arranque más simple obtenido en un solo tiempo, pues consiste en conectar directamente a la red, a través de un interruptor, contactor, etc., de un motor, con este sistema el motor absorbe una corriente de arranque que oscila de 3 a 7 veces la intensidad nominal, el par de arranque es siempre superior al par nominal y permite el arranque rápido de una máquina a plena carga.

La ventaja que tiene es la simplicidad del material necesario para la puesta en marcha y un par de arranque muy energético. El inconveniente es la elevada corriente de arranque, que por lo tanto, puede provocar una caída de tensión, la cual deberá tenerse en cuenta, pues se debe limitar un 5 % con objeto de tener un buen cierre de los elementos de conexión (interruptores, contactores, etc.) y no disminuir el par de arranque.

2.2.4.4.3.2 Arranque en Estrella - Triángulo

Los motores trifásicos absorben en el momento de arranque más intensidad de la nominal. Este aumento de intensidad en el arranque provoca una sobrecarga en la línea que a su vez origina una caída de tensión pudiendo ser perjudicial para otros receptores. En los motores de jaula de ardilla, la intensidad de arranque supera de 3 a 7 veces la nominal.

Para evitar este aumento de intensidad se utiliza el arranque estrella - triángulo, que consiste en conectar el motor en estrella a la tensión correspondiente a

triángulo, transcurrido unos segundos, cuando el motor casi ha alcanzado su velocidad nominal, se pasa a triángulo.

Para que se pueda efectuar el arranque estrella - triángulo, la tensión de la línea debe ser igual a la correspondiente a la tensión en triángulo del motor, o sea la menor de la indicada en la placa de características del motor.

El conmutador estrella - triángulo es el aparato utilizado para este tipo de arranque, que permite el arranque del motor en estrella y luego en triángulo.

2.2.4.4.3.3 Arranque por eliminación de resistencias estáticas

Este procedimiento consiste en intercalar durante el periodo de arranque unas resistencias en serie entre la línea y el estator del motor, limitando así la punta de intensidad en el arranque, la misma proporción que la tensión en bornes del motor y el par de arranque en la razón del cuadrado de esta reducción.

La eliminación de estas resistencias se realiza manual o automáticamente en uno o más puntos según la potencia del motor y las características de la maquina accionada.

En este tipo de arranque y debido a que en el paso a plena tensión del motor no se desconecta de la red, no se produce ningún fenómeno transitorio. Se utiliza para el accionamiento de máquinas centrífugas y cuyo par resistente es bajo durante periodo de arranque, aunque se pueda aumentar en velocidad, su utilidad principal está en máquinas como: bombas, compresores. Las resistencias de arranque deben dimensionarse correctamente.

2.2.4.4.4 Selección De Un Motor Eléctrico

Es importante hacer una buena selección de un motor eléctrico, ya que de ello dependerá la oportunidad de obtener la mayor vida útil del equipo, y una máxima eficiencia, lo que retribuirá directamente a evitar posibles descomposturas o fallas.

La selección de un motor depende primordialmente de tres aspectos:

- a) La instalación
- b) La operación
- c) El mantenimiento

Los pasos a seguir para una adecuada selección de un motor eléctrico son:

1. La determinación de la fuente de alimentación
2. La potencia nominal
3. La velocidad de rotación
4. El ciclo de trabajo (continuo o intermitente)
5. El tipo de motor
6. El tipo de carcasa

Así mismo, debemos considerar las condiciones ambientales de instalación, y algunas características como el acoplamiento de la carga, los accesorios, y las modificaciones mecánicas necesarias.

También es importante considerar en la selección de un motor eléctrico, las condiciones de servicio, siendo las más importantes:

- a) Exposición a una temperatura ambiente
- b) Instalación en partes o alojamientos completamente cerrados o abiertos, buscando una buena ventilación del motor.
- c) Operación dentro de la tolerancia de +10% y -10% del voltaje nominal
- d) Una operación dentro del valor de frecuencia del +5% y -5%
- e) Operación dentro de una oscilación de voltaje del 1% o menos

2.2.4.4.4.1 Par o torque

Definimos como par al conjunto de dos fuerzas de magnitudes iguales pero de sentido contrario. El par se produce para que el motor rompa sus condiciones iniciales de inercia, y pueda comenzar a operar y desarrollar sus condiciones de diseño. Es importante seleccionar el tipo de arranque adecuado, para que el motor pueda desarrollarse convenientemente.

2.2.4.4.4.2 Velocidad

En un motor la velocidad se define como la cantidad de vueltas completas que da el rotor en el lapso de un minuto. Para calcular la velocidad de un motor se utilizamos la ecuación:

$$R.P.M = \frac{120 * F}{\#Polos} = \frac{60 * F}{\# Pares Polares} \quad (2-20)$$

Donde:

R.P.M. = Revoluciones por minuto o velocidad angular

F = Frecuencia Hz

2.2.4.4.3 Potencia

Definimos potencia, como la rapidez con que se lleva a cabo un trabajo, por lo que es necesario definir, en la aplicación de un motor la potencia que se le va a demandar.

2.2.4.4.4 Sentido de giro

El sentido de giro está relacionado directamente con la conexión de las bobinas auxiliares con respecto a las de trabajo. El motor tiene un sentido de rotación, tan es así, que si se quiere que gire en sentido contrario, solo hay que permutar o invertir las conexiones de las auxiliares, la entrada por la salida o viceversa en las dos líneas.

En los estatores de polos salientes, el auxiliar es un anillo de cobre montado en una hendidura del mismo polo, y que por inducción forma otra polaridad, por lo que se le llama de polo sombreado, pero retrazado en tiempo, lo que genera un movimiento de balance magnético, obligando el giro en un sentido.

Para que el motor gire en sentido contrario, solo hay que desarmarlo y armar el estator, de modo que lo que estaba de frente quede atrás y así el anillo que puede estar a la derecha, quedará a la izquierda.

2.2.4.4.5 Aplicación

Como sabemos, el motor eléctrico es una máquina rotatoria de movimiento infinito, que convierte energía eléctrica en energía mecánica, como consecuencia desarrollamos directamente en su aplicación trabajos mecánicos primordialmente rotatorios, sin embargo, mediante dispositivos, podemos convertir el movimiento rotatorio en movimientos bien determinados, dependiendo de su aplicación.

2.2.4.4.6 Tipo de maquinaria impulsada

La aplicación de un motor se determina directamente por las características de trabajo que va a desarrollar, particularmente para cada aplicación, ésta es

determinada concisamente por el factor de servicio, que lo definimos como las características de aplicación del motor eléctrico según el requerimiento de la máquina impulsada. Pueden ser: bombas hidráulicas, compresores, máquinas herramienta, ventiladores, molinos, reloj, reproductor de CD, sistemas de transporte por citar algunos.

2.2.4.4.7 Características de instalación

Las características de instalación están formadas por un conjunto de elementos, que sirven para dotar de las mejores condiciones a una máquina o equipo para su óptimo funcionamiento, como puede ser:

- Instalación
- Posición
- Cimentación
- Condiciones Ambientales
- Temperatura
- Ambiente
- Condiciones de alimentación
- Corriente Directa
- Voltaje
- Frecuencia
- Corriente Alterna
- Numero de fases
- Frecuencia
- Factor de potencia ($\cos \Phi$)
- Voltaje

2.2.4.4.8 Condiciones de alimentación

Los motores eléctricos pueden ser alimentados por sistemas de una fase, denominándose motores monofásicos; y si son alimentados por 2 líneas de alimentación, se les nombra motores bifásicos; siendo así que los motores trifásicos son aquellos que se alimentan de tres fases, también conocidos como sistemas polifásicos. Los voltajes empleados más comúnmente son: 127 V, 220 V, 380 V, 440 V, 2 300 V y 6 000 V.

2.2.4.4.5 Fallas del motor por una incorrecta instalación

Una carga excesiva puede llevar rápidamente a una falla en el motor. Es posible que se seleccione correctamente al motor para su carga inicial; sin embargo, un cambio en su carga o en el acoplamiento de accionamiento, se manifestará como una sobrecarga en el motor. Las rodamientos o baleros comenzarán a fallar, los engranes están expuestos a presentar fallas en los dientes, o bien se presentará algún otro tipo de fricción que se manifieste como sobrecarga. Cuando se presenta una sobrecarga, el motor demanda más corriente, lo cual incrementa la temperatura del mismo, reduciendo la vida del aislamiento.

Los problemas en baleros o rodamientos son una de las causas más comunes de fallas en los motores, también la alineación errónea de éstos y la carga, malos acoplamientos por poleas y bandas, o bien errores en la aplicación de engranes o piñones, son causas de fallas mecánicas. Por otro lado, se debe hacer un correcto balanceo dinámico para evitar problemas de vibración. Así mismo, una incorrecta alimentación de voltaje al motor, puede reducir la vida o causar una falla rápida si la desviación del voltaje es excesiva. Un voltaje bajo soporta una corriente mayor que la normal. Si el voltaje decrece en una forma brusca, se presenta una corriente excesiva que sobrecalienta al motor. Un voltaje alto en la línea de alimentación a un motor reduce las pérdidas, pero produce un incremento en el flujo magnético con un consecuente incremento de las pérdidas en el entrehierro.

2.2.5 REDUCTORES Y MOTORREDUCTORES

Los Reductores y los Motorreductores son elementos mecánicos muy adecuados para el accionamiento de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial, que se necesiten reducir su velocidad de una forma eficiente, constante y segura.

Las ventajas de usar Reductores y/o Motorreductores son:

- Alta eficiencia de la transmisión de potencia del motor.
- Alta regularidad en cuanto a potencia y par transmitidos.
- Poco espacio para el mecanismo.
- Poco tiempo de instalación y mantenimiento.
- Elemento seguro en todos los aspectos, muy protegido.

2.2.5.1 Características del reductor o motorreductor - tamaño

- Potencia, en HP, de entrada y de salida.
- Velocidad, en RPM, de entrada y de salida.
- PAR (o torque), a la salida del mismo, en KG/m.
- Relación de reducción: índice que detalla la relación entre las RPM de entrada y salida.

2.2.5.2 Características del trabajo a realizar

- Tipo de máquina motriz.
- Tipos de acoplamiento entre máquina motriz, reductor y salida de carga.
- Carga: uniforme, discontinua, con choque, con embrague, etc.
- Duración de servicio: horas/día.

2.2.5.3 Tipo de reductores de velocidad

Los reductores de velocidad se suelen clasificar de un modo bastante anárquico, solapándose en algunos casos las definiciones de modo intrínseco y en otros casos hay que usar diversas clasificaciones para definirlos.

2.2.5.4 Clasificación por tipo de engranajes

Los reductores se pueden clasificar por la tipología de sus engranajes, las clasificaciones más usuales son: Sin fin-Corona, engranajes y planetarios.

2.5.4.1 Reductores de velocidad de Sin fin-Corona

Es quizás el tipo de reductor de velocidad más sencillo, se compone de una corona dentada, normalmente de bronce en cuyo centro se ha embutido un eje de acero (eje lento), esta corona está en contacto permanente con un husillo de acero en forma de tornillo sin-fin. Una vuelta del tornillo sin fin provoca el avance de un diente de la corona y en consecuencia la reducción de velocidad. La reducción de velocidad de una corona sin fin se calcula con el producto del número de dientes de la corona por el número de entradas del tornillo sin fin.

Paradójicamente es el tipo de reductor de velocidad más usado y comercializado a la par que todas las tendencias de ingeniería lo consideran obsoleto por sus grandes defectos que son, el bajo rendimiento energético y la irreversibilidad.

2.2.5.4.2 Reductores de velocidad de engranajes

Los reductores de engranajes son aquellos en que toda la transmisión mecánica se realiza por pares de engranajes de cualquier tipo excepto los basados en tornillo sin fin. Sus ventajas son el mayor rendimiento energético, menor mantenimiento y menor tamaño.

2.2.5.4.3 Reductores de velocidad Planetarios

Son reductores de engranajes con la particularidad de que no están compuestos de pares de engranajes si no de una disposición algo distinta,

2.2.5.5 Clasificación por disposición de los ejes lento y rápido

Los reductores se pueden clasificar por la posición relativa del eje lento del reductor con respecto al eje rápido del mismo, las clasificaciones más usuales son; paralelos, ortogonales y coaxiales.

2.2.5.6 Clasificación por sistema de fijación

Los reductores se pueden clasificar por sus sistemas de fijación, fijo o pendular.

2.2.5.7 Características de los reductores de velocidad

La fabricación o selección de un reductor de velocidad es algo sumamente complejo en algunas ocasiones dada la gran cantidad de parámetros a tener en cuenta. Los principales son:

2.2.5.7.1 Par

El par motor, es la potencia que puede transmitir un motor en cada giro. También llamado "Torque"

2.2.5.7.2 Par nominal

Es el par transmisible por el reductor de velocidad con una carga uniforme y continua; está íntimamente relacionado con la velocidad de entrada y la velocidad de salida. Su unidad en el SI es el N m (newton metro).

2.2.5.7.3 Par resistente

Representa el par requerido para el correcto funcionamiento de la máquina a la que el reductor de velocidad va a ser acoplado. Su unidad en el SI es el N m.

2.2.5.7.4 Par de cálculo

Es el producto del par resistente y el factor de servicio requerido por la máquina a la que el reductor de velocidad va a ser acoplado. Su unidad en el SI es el N m.

2.3 GLOSARIO DE TERMINOS

Interruptor: Mecanismo destinado a interrumpir o establecer un circuito eléctrico.

Árbol: Barra fija o giratoria que en una máquina sirve para soportar piezas rotativas o para transmitir fuerza motriz de unos órganos a otros.

Generador: En las máquinas, parte que produce la fuerza o energía, como en las de vapor, la caldera, y en la electricidad, una dinamo.

Bobinado: Conjunto de bobinas que forman parte de un circuito eléctrico.

Potencia: Cantidad de energía producida o consumida por unidad de tiempo.

Cortocircuito: Circuito que se produce accidentalmente por contacto entre dos conductores de polos opuestos y suele ocasionar una descarga.

Trifásico: Se dice de un sistema de tres corrientes eléctricas alternas iguales, desfasadas entre sí en un tercio de período.

Tolerancia: Máxima diferencia que se tolera o admite entre el valor nominal y el valor real o efectivo en las características físicas y químicas de un material, pieza o producto.

Eficiencia: Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

Tensión: Voltaje con que se realiza una transmisión de energía eléctrica.

Monofásico: Se dice de la corriente eléctrica alterna que circula por dos conductores, y también de los aparatos que se alimentan con esta clase de corriente.

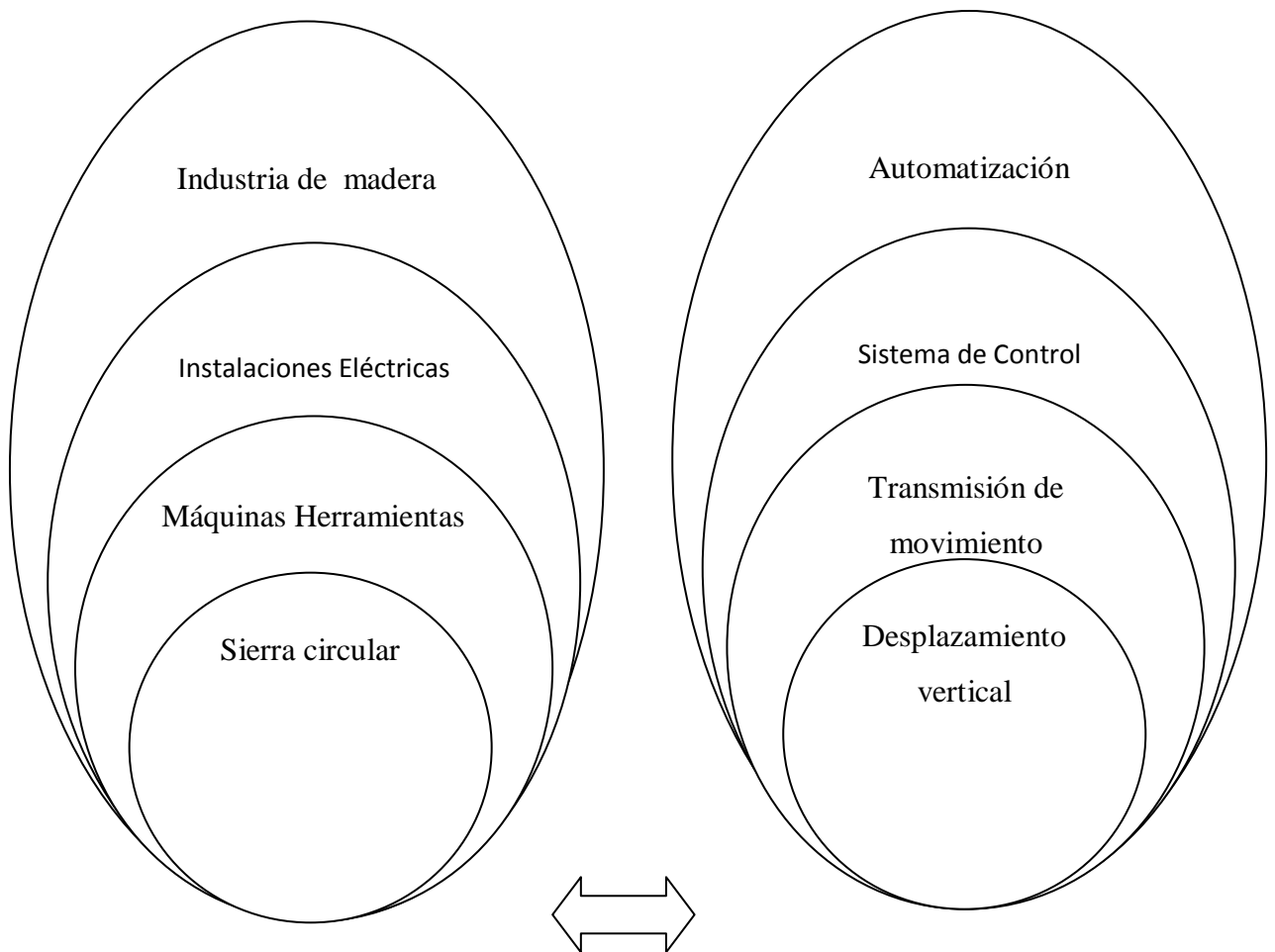
Baleros: Rodamiento a bolas.

Rodamientos: Cojinete formado por dos cilindros concéntricos, entre los que se intercala una corona de bolas o rodillos que pueden girar libremente.

Entrehierro: En una máquina eléctrica, espacio comprendido entre la armadura y las piezas polares.

Asíncrono: Que no tiene un intervalo de tiempo constante entre cada evento.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



2.5 HIPÓTESIS

La implementación de un sistema de control automático será el adecuado para mejorar el desplazamiento vertical de la mesa de una sierra circular

2.6 VARIABLES

2.6.1 Variable independiente

Automatización de una sierra circular

2.6.2 Variable dependiente

Desplazamiento vertical de la mesa en la Fábrica Artesanal De Muebles Morales

2.6.3 Término de relación

Para Optimizar

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO

En la investigación para realizar la automatización de una sierra circular para optimizar el desplazamiento vertical de la mesa en la fábrica artesanal de muebles Morales predomina las cualidades cuantitativas ya que se seleccionará los equipos y dispositivos y a utilizar.

3.2 MODALIDA BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

Para la realización de la automatización de una sierra circular para optimizar el desplazamiento vertical de la mesa en la fábrica artesanal de muebles Morales se tomará como modalidad básica de investigación la bibliográfica o documental debido a que se tendrá que revisar información acerca de automatización y características de los equipos y dispositivos a utilizar.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación a utilizar en la automatización de una sierra circular para optimizar el desplazamiento vertical de la mesa en la fábrica artesanal de muebles Morales será descriptivo porque se tendrá que exponer las cualidades que deberá tener la automatización de la máquina.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1 Variable independiente: automatización de una sierra circular

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
La automatización trata de sustituir en un proceso el operador humano por dispositivos	Automatización	Sistema de control	¿Mejorar la operación del sistema de desplazamiento	bibliográfica

mecánicos y electrónicos	Proceso	Corte	vertical de la mesa? ¿Facilitar la medición de la profundidad de corte del disco?	bibliográfica
--------------------------	---------	-------	------------------------------------------------------------------------------------------	---------------

3.4.2 Variable dependiente: Desplazamiento vertical de la mesa

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
El desplazamiento es la distancia que se recorre una partícula de un punto inicial a un punto final	Optimización	Esfuerzo	¿Eliminar la actividad manual?	Guía de observación
	Desplazamiento	Longitud de carrera	¿Subir y bajar la mesa a la posición requerida?	Guía de observación

3.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La técnica bibliográfica permite el análisis teórico y conceptual sobre el material registrado, ya se trate de obras, investigaciones anteriores, material inédito, hemerográfico, etc. hasta el paso final de la elaboración del proyecto

3.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las guías de observación servirán para recolectar la información anotando los parámetros trascendentales y necesarios para la automatización del desplazamiento vertical de la mesa.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Mediante la guía de observación del (Anexo 1), se determinó que el tiempo de 25 seg para desplazar totalmente la mesa se ajusta a las condiciones requeridas por el operario para una fácil manipulación y control del sistema, ya que se debe tener en cuenta que la velocidad a la que se desplaza la mesa en dicho tiempo le permite al trabajador tener una mejor visualización del desplazamiento y detener su avance con mayor precisión de acuerdo a la profundidad que se desea realizar el corte en la madera. Dicha profundidad de corte está en función de la distancia que sobresale el disco de sierra circular de la mesa.

4.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados para la automatización que se especifican en la sección de cálculos del capítulo 6 como son la frecuencia a la que trabajará el motor, la velocidad con que se desplaza la mesa en un determinado tiempo y la selección del variador de frecuencia para controlar el sistema de desplazamiento de la máquina, el tiempo de frenado y arranque, la frecuencia a la que trabaja y la inversión de giro del motor el mismo que controla el desplazamiento de la mesa en las dos direcciones son aceptables, ya que permiten al operador manipular el sistema de forma adecuada

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

- ✓ La implementación de un sistema de control automático será el adecuado para mejorar el desplazamiento vertical de la mesa de una sierra circular

Mediante la implementación del sistema de control automático de la mesa de la máquina de sierra circular se facilita el desplazamiento de esta, constituyéndose en una ayuda para el operario.

Con esta opción se mejora el sistema para desplazar verticalmente la mesa de la máquina de sierra circular ya que permite controlar la velocidad desplazamiento, eliminando el esfuerzo físico que conlleva hacerlo de forma manual.

4.3.1 Variable Independiente

- ✓ Automatización De Una Sierra Circular

Como sabemos la automatización es la ciencia que trata de sustituir en un proceso el operador humano por dispositivos mecánicos o electrónicos. Para realizar este trabajo comenzaremos con los equipos y dispositivos aptos para este trabajo, teniendo en cuenta el costo y si es disponible en el mercado nacional

4.3.2 Variable Dependiente

- ✓ Optimizar el desplazamiento vertical de la mesa en la Fábrica Artesanal De Muebles Morales

La optimización es un factor importante para la investigación ya que nos dimos cuenta que al operar la máquina de sierra circular es imprescindible subir y bajar la mesa según la profundidad de corte que se desea hacer así como también para colocar otros accesorios como discos de diferentes diámetros de sierra circular y otros accesorios como discos para lijar y discos de corte para metal.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ El sistema de control que se aplica a este estudio es de ciclo cerrado ya que el tiempo de 25 seg para desplazar la mesa es comparado con la frecuencia de 27.25 Hz a la que trabaja el motor trifásico.
- ✓ Los parámetros que se ha utilizado para la automatización se basa en una máquina construida que tiene un sistema de dos tornillos de potencia conectados a un eje por dos pares de engranes cónicos los cuales transmiten el torque necesario para desplazar verticalmente la mesa.
- ✓ Para la selección del motor-reductor sin fin corona trifásico se tomó en cuenta la velocidad angular en RPM a la salida del reductor, el torque necesario para subir la mesa y la facilidad de montaje; el variador de frecuencia se seleccionó a partir de la potencia de 0.37Kw (0.5 hp) del motor trifásico.
- ✓ Para el control de la velocidad de giro del motor para desplazar la mesa se implementó el variador de frecuencia SINAMIC G110 de 0.37 Kw (0.5 hp) de potencia el cual mediante el panel de operación permite controlar los parámetros del motor como es el tiempo de arranque, tiempo de frenado, y la frecuencia calculada de 27.25 Hz siendo esta la que se ajusta a los requerimientos para un fácil control del sistema.
- ✓ Con la automatización del sistema para desplazar verticalmente la mesa se eliminó el esfuerzo físico del operario facilitándole la manipulación del mismo.
- ✓ Las ventajas obtenidas de la automatización de la mesa de sierra circular son principalmente el fácil control y manipulación del sistema sin realizar esfuerzo físico en un tiempo de 25 seg. para desplazarla totalmente.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ No manipular la frecuencia de trabajo del motor-reductor, ya que al cambiar la velocidad de rotación del motor afectará directamente la velocidad de desplazamiento de la mesa.
- ✓ Controlar el nivel aceite del reductor para evitar averías
- ✓ Cuando deje de usar la máquina apague el variador de frecuencia ya que este permanece encendido y se reducirá el tiempo útil de vida.
- ✓ Al reducir demasiado la frecuencia provocará un sobre esfuerzo del motor debido a que se disminuye la potencia de este para girar al reductor lo que podría producir averías.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

Ubicación

El proyecto se realizará en la Fábrica Artesanal de Muebles Morales ubicada en la Parroquia Huambalo del Cantón Pelileo

Localización

Para la automatización del desplazamiento vertical de la mesa de una máquina de sierra circular se tomó en cuenta, la distancia vertical a desplazar la mesa, el paso del tornillo sin fin de potencia la relación de transmisión entre engranes cónicos, la potencia del motor a seleccionar, el sistema de control del motor y el torque para subir y bajar la mesa.

Dimensiones de la máquina

La máquina de sierra circular para la automatización tiene las siguientes dimensiones:

Base: Longitud 0.7m, Ancho 0.606m, altura 0.71m

Mesa: Longitud 108.3 cm, Ancho 0.825 m

Motor: 7.5 hp bifásico de 220V

Altura total con mesa sin desplazar: 0.845 m

Sistema para cambio de altura de la mesa:

- 1 volante con manubrio
- 2 tornillos de potencia
- 2 pares de engranes cónicos rectos
- 1 eje

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Parámetros de automatización

- Relación de transmisión entre engranes cónicos y los tornillos de potencia.
- Torque máximo del tornillo de potencia necesario para subir y bajar la mesa, y el torque necesario para girar el piñón cónico que acciona este mecanismo

6.3 JUSTIFICACIÓN

Al facilitar el desplazamiento vertical de la mesa de una máquina de sierra circular mediante un sistema de control automático se eliminará el esfuerzo físico que hace el artesano para desplazar la mesa verticalmente; situarla en la posición deseada ya sea para realizar cortes en la madera a la profundidad necesitada, cambiar las sierras o colocar otros accesorios como discos para lijar madera y discos para corte de metal.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 Objetivo General:

Implementar un sistema controlado por un variador de frecuencia a un motor - reductor para optimizar el desplazamiento vertical de la mesa en una máquina de sierra circular.

6.4.2 Objetivos específicos:

- Elegir los equipos y accesorios para el control automático del desplazamiento vertical de la mesa
- Controlar la velocidad de desplazamiento de la mesa de acuerdo a la necesidad del artesano.
- Eliminar el esfuerzo físico que realiza el operario para desplazar la mesa

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

6.5.1 Análisis Técnico

La implementación de un sistema de control automático para el desplazamiento de la mesa es viable hacerlo tomando en cuenta varios factores de la máquina construida.

Primero el sistema de elevación vertical de la mesa que consta de un eje que al girar transmite la fuerza y movimiento mediante dos pares de engranes a dos tornillos de potencia.

Otro de los factores que ayudó a realizar este proyecto fue estudiar el torque necesario para desplazar verticalmente la mesa, y el equipo a utilizar para accionar y controlar el mecanismo.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

Esta sección se basará en el marco teórico del Capítulo II donde se indica los principios de funcionamiento de los dispositivos que se utilizarán en el montaje.

6.6.1 Selección de los equipos para el control del desplazamiento de la mesa

Los factores para la selección de los equipos para el control que permite una apropiada selección son los siguientes.

- Potencia del motor
- Tipo de reductor mecánico
- Tipo de motor a controlar
- Control del arranque del motor
- Control de frenado del motor

Es fundamental seleccionar el reductor de velocidad mecánico de acuerdo a la facilidad de montaje, la relación de velocidad de entrada (rpm) y de salida (rpm), la potencia de entrada del motor y el torque de salida que se necesita para desplazar la mesa verticalmente.

El variador de frecuencia se selecciona de acuerdo a la fuente de alimentación de 220V (bifásica o Trifásica) como mínimo, la potencia del motor a controlar, el tiempo de aceleración en el arranque y tiempo de deceleración para el frenado.

La corriente de salida que entrega el variador es trifásica siendo necesario para la conexión un motor trifásico con arranque en estrella.

Según los factores mencionados anteriormente se seleccionó el variador de frecuencia, el motor-reductor de tal manera que se llegó a la conclusión de que es factible la realización del proyecto de automatización utilizando componentes que existen en nuestro medio.

6.6.2 Montaje del equipo para automatizar el desplazamiento vertical de la mesa de la máquina de sierra circular

Una vez adquiridos los equipos (motor- reductor, variador de frecuencia) para la automatización se procede el montaje de la siguiente manera:

1. Procedemos a realizar los agujeros de 1/4 pulg con el taladro en la estructura de la máquina los que servirán para la colocación del variador de frecuencia, la placa del reductor de gusano y el montaje del motor con su base.



Figura 6.1 Realización de los agujeros de 1/4 de pulgada

Fuente: Realizado por el autor

2. Procedemos a introducir el reductor de gusano en el eje de la máquina y lo aseguramos con su respectiva chaveta.



Figura 6.2. Instalación del reductor sin fin corona

Fuente: Realizado por el autor

3. Posicionamos el motor con su base en la estructura asegurándonos que las crucetas del motor y el reductor estén alineadas correctamente unidas para proceder a empernar a la estructura de la máquina.



Figura 6.3 Conjunto motor-reductor

Fuente: Realizado por el autor

4. Una vez empernado la placa que contiene al variador de frecuencia, realizamos las conexiones eléctricas del variador de frecuencia al motor



Figura 6.4 Realización de las conexiones

Fuente: Realizado por el autor

5. Realizamos la conexión eléctrica del variador de frecuencia al Switch de palanca y a la red principal de 220V.



Figura 6.5 Conexión eléctrica del variador de frecuencia al switch de palanca

Fuente: Realizado por el autor

6.7 METODOLOGÍA

En esta sección se analizará el sistema de desplazamiento vertical de la mesa que posee la máquina de sierra circular y la selección de los equipos para la automatización de acuerdo a los resultados obtenidos.

6.7.1 Cálculos De La Transmisión Y Paso De Rosca

Datos de la maquina construida:

Piñones cónicos rectos:

$N_p = 10$ dientes

Número de vueltas de los piñones 42.25

Engranés cónicos rectos:

$N_G = 18$ dientes

Tornillos de Potencia:

Rosca cuadrada

Paso de rosca $p = 1/4$ pulg = 0.00635 m

Peso Total A Subir

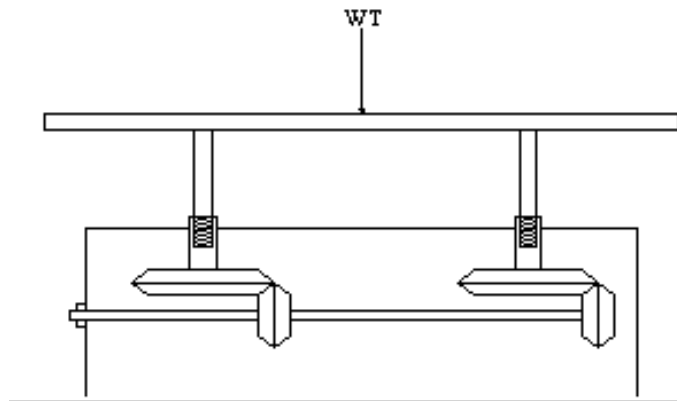


Figura 6.6 Esquema del sistema para desplazar la mesa

Fuente: Realizada por el autor

W_T = peso de la mesa + peso de accesorios + peso de madera

Peso de la mesa 166.8 lb = 75.82 Kg

Peso de accesorios 76 lb = 34.54 Kg

Peso de la madera

Máxima Dimensión de la madera aserrada sugerida por la Norma Chilena CNH 174

Longitud = 6m

Ancho= 0.3m

Espesor = 0.1 m

Densidad= 1000 kg/m³ para madera muy pesada

Volumen = 0.3 x 0.1 x 6= 0.18 m³

$$D = \frac{M}{V} \quad \text{ecuación (2 - 1)}$$

$$M = D * V$$

$$M = 1000 * 0.18$$

$$M = 180 \text{ Kg}$$

$$W_T = 75.82\text{Kg} + 34.54\text{Kg} + 180\text{Kg}$$

$$W_T = 290.36\text{Kg} = 2845.56 \text{ N}$$

❖ *Torque para subir la carga*

$$T = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{l + \pi \mu d_m}{\pi d_m - \mu l} \right) \quad \text{ecuación (2 - 2)}$$

Fuerza

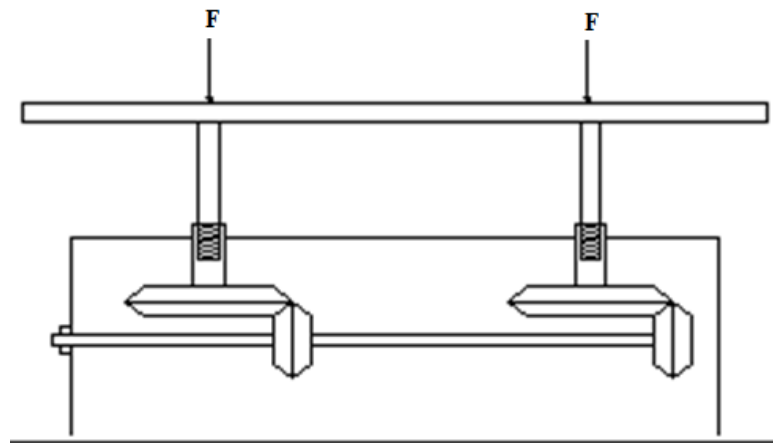


Figura 6.7 Distribución de fuerzas en la mesa

Fuente: Realizada por el autor

$$F = \frac{W_T}{2}$$

$$F = \frac{2845.56 \text{ Kg}}{2} = 1422.78 \text{ N} = 1.42\text{KN}$$

Diámetro medio

$$d_m = d - \frac{p}{2} \quad \text{ecuación (2 - 4)}$$

$$d = 1.125 \text{ pulg} = 0.0286 \text{ m}$$

$$p = 0.25 \text{ pulg} = 0.00635 \text{ m}$$

$$d_m = 0.0286 \text{ m} - \frac{0.00635 \text{ pulg}}{2}$$

$$d_m = 0,0254 \text{ m}$$

Avance

$$l = n p \quad \text{ecuación (2 - 3)}$$

$$l = 1 * 0.0635 \text{ m}$$

$$l = 0.0635 \text{ m}$$

Robert Mott recomienda $\mu = 1.5$ para acero

$$T = \frac{1422.78 * 0.0254}{2} \left(\frac{0.0635 + \pi * 0.15 * 0.0254}{\pi * 0.0254 - 0.15 * 0.0635} \right)$$

$$T = 18.07 * 0.232$$

$$T = 4.19 \text{ N m}$$

❖ Torque para bajar la carga

$$T = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{\pi \mu d_m - l}{\pi d_m + \mu l} \right) \quad \text{ecuación (2 - 5)}$$

$$T = \frac{1422.78 * 0.0254}{2} \left(\frac{\pi * 0.15 * 0.0254 - 0.0635}{\pi * 0.0254 + 0.15 * 0.0635} \right)$$

$$T = 18.07 * 0.069$$

$$T = 1.25 \text{ Nm}$$

▫ Condición de autoaseguramiento

$$l < \pi \mu d_m \quad \text{ecuación (2 - 6)}$$

$$0.0635 < \pi * 0.15 * 0.0254$$

$$0.0635 < 0.012$$

▫ Eficiencia de la rosca

$$e = \frac{F l}{2 \pi T} \quad \text{ecuación (2 - 8)}$$

$$e = \frac{1422.78 * 0.0635}{2 * \pi * 4.19}$$

$$e = 0.34$$

6.7.2 Cálculo del torque para girar el piñón cónico

Piñón: $N_p = 10$ dtes

Engrane: $N_G = 18$ dtes

❖ Cálculo Para El Engrane

Paso circular

$$p = \pi m \text{ ecuación (2 - 13)}$$

$$p = \frac{5}{8} \text{ pulg} = 15.875 \text{ mm}$$

Módulo

$$m = \frac{p}{\pi}$$

$$m = \frac{15.875}{\pi}$$

$$m = 5.053 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$$

De la tabla elijo un valor de $P_d = 5$ dts/pulg

Tabla 6.1 Módulos o coeficientes estándar

<i>Módulo (mm)</i>	<i>Equivalente P_d</i>	<i>P_d estándar más cercano (dientes/pulgada)</i>
0.3	84.667	80
0.4	63.500	64
0.5	50.800	48
0.8	31.750	32
1	25.400	24
1.25	20.320	20
1.5	16.933	16
2	12.700	12
2.5	10.610	10
3	8.466	8
4	6.350	6
5	5.080	5
6	4.233	4
8	3.175	3
10	2.540	2.5
12	2.117	2
16	1.587	1.5

20	1.270	1.25
25	1.016	1

Fuente: Diseño de Elementos de Máquinas de Robert L. Mott

Diámetro de paso

$$D = \frac{N_G}{P_d} \quad \text{ecuación(2 - 12)}$$

$$d = \frac{18}{5}$$

$$D = 3.6 \text{ pulg} = 0.0914 \text{ m}$$

Cabeza

$$a_G = \frac{0.54}{P_d} + \frac{0.46}{P_d \left(\frac{N_G}{N_P}\right)^2} \quad \text{de la tabla 2.2}$$

$$a_G = \frac{0.54}{5} + \frac{0.46}{5 \left(\frac{18}{10}\right)^2}$$

$$a_G = 0.136 \text{ pulg} = 0.00345 \text{ m}$$

Diámetro exterior

$$D_0 = D + 2a_G \cos \Gamma \quad \text{de la tabla 2.2}$$

$$D_0 = 3.6 + 2 * 0.136 * \cos 60.95$$

$$D_0 = 3.95 \approx 4 \text{ pulg} = 0.102 \text{ m}$$

Distancia de cono exterior

$$A_0 = \frac{D}{2 \operatorname{sen} \Gamma} \quad \text{de la tabla 2.2}$$

$$A_0 = \frac{3.6}{2 \operatorname{sen} 60.95}$$

$$A_0 = 1.716 \text{ pulg} = 0.0436 \text{ m}$$

Ancho de cara

$$F = \frac{A_0}{3} \quad \text{de la tabla 2.2}$$

$$F = \frac{1.716}{3}$$

$$F = 0.572 \text{ pulg} = 0.00145 \text{ m}$$

$$F_{\text{máx}} = \frac{10}{P_d}$$

$$F_{\text{máx}} = \frac{10}{5}$$

$$F_{\text{máx}} = 2 \text{ pulg} = 0.0508 \text{ m}$$

Profundidad total

$$h_t = \frac{2.188}{P_d} + 0.002 \quad \text{de la tabla 2.2}$$

$$h_t = \frac{2.188}{5} + 0.002$$

$$h_t = 0.4396 \text{ pulg} = 0.011 \text{ m}$$

Profundidad de trabajo

$$h_k = \frac{2}{P_d} \quad \text{de la tabla 2.2}$$

$$h_k = \frac{2}{5}$$

$$h_k = 0.4 \text{ pulg} = 0.01 \text{ m}$$

❖ Cálculo Para El Piñón

Diámetro de paso

$$d = \frac{N_P}{P_d} \quad \text{ecuación (2 - 12)}$$

$$d = \frac{10}{5}$$

$$d = 2 \text{ pulg} = 0.0508 \text{ m}$$

Cabeza

$$a_p = h_k - a_G \quad \text{de la tabla 2.2}$$

$$a_p = 0.4 - 0.136$$

$$a_p = 0.264 \text{ pulg} = 0.0067 \text{ m}$$

Diámetro exterior

$$d_0 = d + 2a_p \cos \gamma \quad \text{de la tabla 2.2}$$

$$d_0 = 2 + 2 * 0.264 * \cos 29.05$$

$$d_0 = 2.46 \approx 2.5 \text{ pulg} = 0.0635 \text{ m}$$

Radio medio

$$r_m = \frac{d}{2} - \frac{F}{2} \operatorname{sen} \gamma \quad \text{ecuación (2.17)}$$

$$r_m = \frac{2}{2} - \frac{0.572}{2} \operatorname{sen} 29.05$$

$$r_m = 0.86 \text{ pulg} = 0.0022 \text{ m}$$

Carga transmitida

$$W_t = \frac{T}{r_m} \quad \text{ecuación (2 - 16)}$$

$$W_t = \frac{4.19}{0.022}$$

$$W_t = 191.9 \text{ N}$$

Carga radial

$$W_{rp} = W_t \tan \phi \cos \gamma \quad \text{ecuación (2 - 18)}$$

$$W_{rp} = 191.9 \tan 20 \cos 29.05$$

$$W_{rp} = 61.1 \text{ N}$$

Carga axial

$$W_{xp} = W_t \tan \phi \operatorname{sen} \gamma \quad \text{ecuación (2 - 19)}$$

$$W_{xp} = 191.9 \tan 20 \operatorname{sen} 29.05$$

$$W_{xp} = 33.9 \text{ N}$$

Torque de giro del piñón cónico

$$T_p = W_{rp} * r_p \quad \text{ecuación (2 - 15)}$$

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

$$r_p = \frac{2}{2} = 1 \text{ pulg} = 0.0254 \text{ m}$$

$$T_p = 61.1 * 0.0254$$

$$T_p = 1.55 \text{ Nm}$$

6.7.3 Selección del reductor

El reductor de velocidad se selecciona a partir del torque para girar el piñón cónico y la velocidad que entrega a la salida

Tabla 6.2 Datos Técnicos del Reductor de Sin fin corona

REDUCTOR DE GUSANO FOSHAN XINGGUAN	
Tipo	WJ50A-7.5-FK
Potencia de Entrada	0.37 Kw (0.5Hp)
Torque de Salida	71Nm
Ratio	7.5
Relación de velocidad	7.5:1

6.7.4 Selección Del Motor

El motor se selecciona en base a la potencia de entrada del Reductor

Tabla6.3 Datos Técnicos del Motor Trifásico

Motor trifásico WEG			
Kw (Hp)	0.37 (0.5)	Hz	60
RPM	1680	Rend	68%
V	220/380	Cos φ	0.7
I _s /S _F	1.5	A	2.04/1.18

Número de Polos del motor

$$RPM = \frac{120f}{\#Polos} = \frac{60}{\#Pares\ de\ Polos} \quad \text{ecuación(2 - 20)}$$

$$\#Polos = \frac{120 * 60}{1680}$$

$$\#Polos = 4.3\ Polos$$

6.7.5 Cálculo De La Frecuencia Del Motor Para Desplazar La Mesa

Para este cálculo se parte del tiempo que se necesita desplazar la mesa

Datos:

$$t = 25\ \text{seg}$$

Relación de velocidad del reductor 7.5:1

Longitud total a desplazar verticalmente la mesa

Datos de la maquina:

- Número de vueltas del piñón 42.25
- Avance 0.25 pulg en un giro del engrane que tiene 18 dtes
- piñón 10 dtes

$$18\ \text{dtes} \rightarrow 0.25\ \text{pulg}$$

$$10\ \text{dtes} \rightarrow X_p$$

$$X_p = 0.138\ \text{Pulg}$$

$$L = 0.138 * 42.25$$

$$L = 5.87\ \text{pulg} = 0.15\ m$$

Velocidad angular del piñón

$$42.25\ \text{rev} \rightarrow 25\ \text{seg}$$

$$x \rightarrow 1\ \text{seg}$$

$$x = 1.69\ \text{rev}$$

$$\omega_p = 1.69^{rev}/seg = 101.4 \text{ rpm}$$

Revoluciones a la salida del reductor

$$N_{red} = \frac{RPM \text{ de entrada del motor}}{Relacion \text{ de velocidad reductor}} = \omega_p$$

$$N_{red} = 101.4 \text{ rpm}$$

Calculo de las revoluciones del motor en función de N_{red}

$$RPM \text{ del motor} = N_{red} * Relación \text{ de velocidad reductor}$$

$$RPM \text{ del motor} = 101.4 \text{ rpm} * 7.5$$

$$RPM \text{ del motor} = 760.5 \text{ rpm}$$

Frecuencia del motor para programar al variador SINAMIC G110

$$RPM = \frac{120f}{\#Polos}$$

$$f = \frac{RPM * \#Polos}{120}$$

$$f = \frac{760.5 * 4.3}{120}$$

$$f = 27.25 \text{ Hz}$$

Velocidad (rpm) del engrane

Datos:

$N_G = 18$ dientes

$N_P = 10$ dientes

$$N_P \omega_P = N_G \omega_G \quad \text{ecuación (2 - 14)}$$

$$10 * 101.4 = 18 * N_G$$

$$\omega_G = 56.33 \text{ rpm}$$

6.7.6 Selección de variador de frecuencia

- variador de velocidad de 0.37 Kw de potencia SINAMICS G110 DE SIEMENS con Panel Básico de Operación (BOP) para el control de la velocidad, tiempo de arranque y tiempo de frenado del motor.

6.7.6.1 Puesta De Servicio Rápido Para El Variador De Frecuencia SINAMICS G110

Los significados de los parámetros para la puesta en marcha se encuentran en el Anexo 6

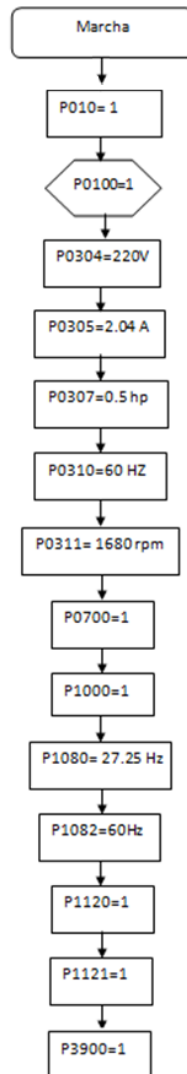


Figura 6.8 Puesta de servicio para el variador de frecuencia Sinamics G110

Fuente: Realizada por el autor

6.8 ADMINISTRACIÓN

6.8.1. RECURSOS

6.8.1.1 INSTITUCIONALES

Para la automatización de este proyecto se utiliza la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica la cual aporta con libros sobre información para realizar este proyecto. Además la máquina de sierra circular de mesa de la fábrica artesanal de Muebles Morales.

6.8.1.2 RECURSOS HUMANOS

Para la realización del proyecto de automatización de una sierra circular para optimizar el desplazamiento vertical de la mesa en la fábrica artesanal de muebles Morales será fundamental contar con el asesoramiento de un tutor para que proporcione una orientación necesaria.

6.8.1.3 RECURSOS MATERIALES

Para la realización del proyecto se utilizará para el diseño un equipo de cómputo, papel de escritorio y catálogos para la selección de los equipos.

En cuanto a la construcción se necesitará de materiales y equipos para realizar el proyecto.

6.8.2 RECURSOS ECONÓMICOS

Para la automatización de la mesa de la sierra circular se utilizará los materiales que se describen a continuación.

Costos de investigación

Rubro de gastos	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valores (USD)
material de escritorio		20	20
Copias de información		10	10
Transcripciones y empastados		25	25
Internet	25(horas)	0.8	20
Transporte		30	30
SUBTOTAL			105

Imprevistos 10%			10.5
TOTAL			115.5

Costo de materiales

Rubro de gastos	Cantidad	Valores unitarios (USD)	Cantidad (USD)
Pernos de 3/16"	2	0.05	0.1
Pernos de 1/4"	9	0.14	1.26
brocas de ¼"	2	1.25	2.5
manguera corrugada (2m)	1	0.50	0.50
SUBTOTAL			4.35
Imprevistos (10%)			0.435
TOTAL			4.79

Costo de accesorios

Rubro de gastos	Cantidad	Valores unitarios (USD)	Cantidad (USD)
Motor ½ hp	1	111	111
1variador de frecuencia	1	212.69	212.69
reductor de velocidad mecánico	1	150	150
Cable solido	1	4.20	4.20
Adaptadores para cable	6	0.10	0.60
interruptor de corriente	1	1.5	1.5
SUBTOTAL			480
Imprevistos (10%)			48.
TOTAL			528

Costos de construcción e instalación

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Valor unitario (USD)	Cantidad (USD)
Construcción de base para fijación del reductor mecánico	1	5	5
Construcción de base para fijación del variador de frecuencia	1	5	5
Construcción e instalación de crucetas en el motor y reductor	2	30	60
Construcción de base de motor	1	20	20
Torneado de eje para reductor	1	10	10
SUBTOTAL			100
Imprevistos (10%)			10
TOTAL			110

Costo Total De La Automatización

Costos total = C. Investigación + C. Materiales + C. Accesorios + C. Instalación

$$C = 115.5 + 4.79 + 528 + 110$$

$$CT = 758.29 \text{ USD}$$

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

El objetivo de la previsión es exponer las mejoras para la propuesta, la metodología utilizada para la adquisición de los datos y los resultados de las observaciones de la propuesta.

6.9.1 Mejoras para la Propuesta

Los cambios a futuro que pueden ser implementados en la máquina, con el objetivo de mejorar el funcionamiento se presentan a continuación.

- Construir una cubierta para evitar la acumulación de polvo en el variador de frecuencia.
- Implementar dos finales de carrera en la máquina para evitar que el sistema continúe operando cuando se haya desplazado totalmente la mesa en las dos direcciones.
- Colocar un sensor de posición para visualizar la distancia que se ha desplazado la mesa.
- Implementar un sistema que contenga un display para introducir el valor a desplazar la mesa.

6.9.2 Resultado de la propuesta

Como resultado de la propuesta se han seleccionado los equipos para la automatización, esto es el motor-reductor de sin fin corona y el variador de frecuencia para el control del sistema según el torque necesario para desplazar la mesa obtenido de los cálculos.

Una vez que se ha instalado estos equipos en la máquina se procede a realizar la observación de funcionamiento del sistema ya automatizado a la frecuencia del motor de 27.25 Hz otorgándonos un tiempo de 25.58 para desplazar totalmente la mesa con la utilización de un cronometro.

6.9.3 Observación Técnica

Las observaciones técnicas de la propuesta de Implementar un sistema controlado por un variador de frecuencia a un motor-reductor para optimizar el desplazamiento vertical de la mesa en una máquina de sierra circular son las que se presentan a continuación.

- Se modificó la operación manual del sistema de volante que se encontraba en una posición no ergonómica por la inclusión de un motor-reductor para facilitar el desplazamiento de la mesa.
- Se ha eliminado totalmente el esfuerzo físico que se realizaba ya que el variador de frecuencia SINAMICS G110 con panel básico de operación controla el accionar del motor-reductor y el tiempo en el que se desplaza la mesa.

Para que el sistema de control del desplazamiento vertical de la mesa funcione sin inconvenientes es necesario tener en cuenta estas recomendaciones:

- La velocidad de desplazamiento de la mesa puede ser regulada manualmente en el variador de frecuencia SINAMIC G110 pero se recomienda que el motor-reductor trabaje a la frecuencia de 27.25 Hz con la finalidad de que el operario pueda detener el desplazamiento de la mesa a la posición que lo requiera hacer.
- Operar el sistema solo cuando sea indispensable hacerlo ya que el variador de frecuencia al estar encendido disminuye el tiempo de su vida útil.
- Limpiar a menudo el polvo para un correcto funcionamiento del sistema de motor- reductor y variador de frecuencia y así prolongar su vida útil.

Con estas recomendaciones y el manual de funcionamiento del variador de frecuencia SINAMIC G110 del anexo le puede ayudar a que su equipo trabaje sin problemas

7.1 BIBLIOGRAFÍA

FESTO, P. Croser, J. Thomson, F. Ebel (2000) Fundamentos de Neumática .
Layout Beatrice Huber

SHIGLEY, Joseph Edward (1985) Diseño En Ingeniería Mecánica. (Tercera edición en español). Libros McGraw- Hill de Mexico SA.

JOSE ROLDÁN VILORIA Neumática, hidráulica e electricidad aplicada.
Thomson Paraninfo

AVALLONE, Eugene A. (1995). Marks Manual del Ingeniero Mecánico. Novena Edición. Interamericana. México – México.

ROBERT L. MOTT (1995) Diseño De Elementos De Máquinas. (Segunda edición). Prentice Hall Hispanoamerica, S.A.

<http://www.escuelaraggio.edu.ar/MECA/archivos/TECNOLOGIA/5.doc>

INTERNET

http://es.wikipedia.org/wiki/Sierra_circular

<http://www.siafa.com.ar/notas/nota141/sierracircular.htm>

<http://html.rincondelvago.com/maquinas-asincronas.html>

http://es.wikipedia.org/wiki/Reductores_de_velocidad

http://www.techniforum.com/central_transmeca_05.htm

<http://html.rincondelvago.com/reductores-de-velocidad-o-motorreductores.html>

<http://dramirezfmancipe.blogspot.com/2008/07/reductor-de-velocidad.html>

http://www.automatas.org/siemens/intr_s5_%282%29.htm

http://www.gruposi.com.mx/pdf/01.gral.baja_tension/cap.04.botonesylamparas.pdf

http://www.benignofole.com/cursos/MIS%20FICHEROS/MSE/Power_point_VARIADORES_DE_VELOCIDAD.pdf

http://www.potenciaelectromecanica.com/variadores_frecuencia.php

http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico

http://html.rincondelvago.com/motores_7.html

<http://www.scribd.com/doc/3952570/Diseno-de-elementos-de-maquinas-Tornillos-y-uniones-atornilladas>

<http://www.scribd.com/doc/2448049/Manual-de-motores-electricos>