



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

“DISEÑO, AUTOMATIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA
OVILLADORA ELECTRO HIDRÁULICA DE CUERDA POLÍMERO PLÁSTICA
PARA LA EMPRESA INDUCUERDAS LTDA.”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

Presentado por:

LEONARDO ROBERTO MANZANO TONATO

DIEGO HERNÁN SUÁREZ VALLE

Riobamba – Ecuador

2013

Nuestra eterna gratitud a Dios.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, por abrirnos sus puertas para terminar con éxito mis estudios universitarios.

A todos quienes colaboraron en la realización de esta tesis de manera particular al Ing. Lenin Aguirre.

Dedico esta pequeña grano de ofrenda a Dios para su Honra y Gloria. A cada una de las personas que han sido un apoyo incondicional a través de toda la carrera en especial aquellas que han sabido dejar su amorosa huella en mi formación personal y profesional.

Leonardo Manzano

A mis padres Mauro Suárez y Yolanda Valle, Padres maravillosos que siempre me inculcaron en valores y respeto, a mi hermano Henry Suárez, por ser como un segundo padre para mí y brindarme todo su apoyo y ejemplo, y en especial a mi novia Paulina Ríos por estar siempre a mi lado brindándome su amor, apoyo y comprensión incondicional. A todos mis amigos y familiares que me ayudaron alcanzar mis metas.

Diego Suárez

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Paul Romero DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES
Ing. Lenin Aguirre DIRECTOR DE TESIS
Ing. Franklin Moreno MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Tec. Carlos Rodríguez Carpio DIRECTOR DPTO DOCUMENTACIÓN

NOTA DE LA TESIS

“Nosotros LEONARDO ROBERTO MANZANO TONATO Y DIEGO HERNÁN SUÁREZ VALLE, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

LEONARDO ROBERTO MANZANO TONATO

DIEGO HERNÁN SUÁREZ VALLE

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ADC	Converso Analógicos Digitales
CD	Costos Directos
CI	Costos Indirectos
CPU	Unidad de Control de Procesos
E/S	Entradas y Salidas
HZ	Hertz
J	Joule
KG	Kilogramo
KGF	Kilogramo Fuerza
N	Newton
PCM	Tablero de Control
PLC	Controlador Programable Lógico
RAM	memoria de lectura y escritura
ROM	Memoria de Solo Lectura
RPM	Revoluciones por Minuto
SE	Sistema Eléctrico
SH	Sistema Hidráulico
SM	Sistema Mecánico
T	Torque
VAC	Voltaje de Corriente Alterna
VDC	Voltaje de Corriente Directa

INDICE GENERAL

CAPITULO I

1 GENERALIDADES	15
1.1 ANTECEDENTES.....	15
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.3.1 OBJETIVOS GENERALES.....	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4 HIPÓTESIS.....	18

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 PROCESO DE OVILLADO DE CUERDA POLÍMERO PLÁSTICA	19
2.1.1 Características Generales de Productos Polímeros Plásticos.....	20
2.1.2 Tipos de Polímeros Plásticos (2)	21
2.1.3 Métodos de Elaboración (2).....	24
2.1.4 Propiedades Físico – Químicas	30
2.1.5 Estaciones de Trabajo	33
2.2 VARIADORES DE FRECUENCIA.....	33
2.2.1 Introducción a un Variador de Frecuencia	33
2.2.2 Funcionamiento de un Variador de Frecuencia	34
2.2.3 Velocidad de Sincronización.....	35
2.2.4 Principales Tipos de Variadores de Frecuencia.....	36
2.2.5 Principales funciones de los arrancadores y variadores de velocidad electrónicos	37
2.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	40
2.3.1 Introducción a PLC	40
2.3.2 Estructura Básica de un PLC.....	42
2.3.3 PLC Logo Siemens.....	43
2.3.4 Software del PLC (Logo SoftComfort)	48
2.4 ACTUADORES ELÉCTRICOS	51
2.4.1 Introducción a los Actuadores.....	51
2.4.2 ACTUADORES ELÉCTRICOS	52
2.4.3 MÁQUINAS ELÉCTRICAS	53
2.5 ACTUADORES HIDRAULICOS.....	71
2.5.1 Definición de actuador hidráulico.....	71
2.5.2 Ventajas de los actuadores hidráulicos	72
2.5.3 Desventajas de los actuadores hidráulicos.....	72
2.5.4 Tipos de Cilindros Hidráulicos	73
2.6 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LOS CIRCUITOS DE CONTROL ELECTRICO.	77

2.6.1	Introducción.....	77
2.6.2	Definición de Control Eléctrico.....	79
2.6.3	Elementos de Maniobras.....	79
2.6.4	El Contactor.....	89
2.7	DISEÑOS DE TRANSMISION MECÁNICA.....	97
2.7.1	Transmisión por Engranajes.....	97
2.7.2	Campo de Aplicación de los Engranajes.....	98
2.7.3	Ventajas y Desventajas de la Transmisión por Engranajes.....	98
2.7.4	Formas de la Superficie Primitiva para Dientes Comunes, Helicoidales, Cónicos y Sin Fin.....	99
2.7.5	Ventajas y Desventajas de los Perfiles de Evolventes sobre los Cicloidales.....	104
2.7.6	Clasificación de los Engranajes.....	106

CAPITULO 3

3	DISEÑO DE MAQUINARIA.....	113
3.1	CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA MAQUINARIA.....	113
3.1.1	Antecedentes del Proceso de Ovillado del Producto.....	113
3.2	CÁLCULO DE SISTEMAS DE TRANSMISION DE MAQUINARIA....	115
3.2.1	Determinación de la Potencia de Diseño.....	115
3.2.2	Diseño de Sistema de Transmisión por Correas.....	117
3.2.3	Diseño de Transmisión por Tornillo Sin Fin.....	120
3.2.4	Diseño de Transmisión por Cadena.....	121
3.2.5	Diseño de Transmisión por Engranaje Cónico (Tipo Corona).....	124
3.3	SELECCIÓN DE ELEMENTOS OVILLADORA.....	127
3.3.1	Elementos Eléctricos.....	127
3.3.2	Elementos Mecánicos.....	128
3.4	DISEÑO ESTRUCTURAL MAQUINA OVILLADORA.....	128
3.5	MONTAJE DE MÁQUINA OVILLADORA.....	129
3.5.1	Montaje Sistema Mecánico (SM).....	129
3.5.2	Montaje Sistema Hidráulico (SH).....	134
3.5.3	Montaje Sistema Eléctrico (SE).....	137
3.6	PROGRAMACIÓN DEL PLC LOGO SIEMENS 12/24 RC.....	139
3.6.1	Determinación del funcionamiento de la maquinaria.....	139
3.6.2	Conexión LOGO! a un PC.....	144

CAPITULO 4

4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	150
4.1	PRESENTACIÓN.....	150
4.2	TIEMPO DE ELABORACIÓN UNITARIA DEL PRODUCTO.....	151
4.2.1	Análisis de Datos de Tiempo.....	152
4.3	PESO.....	154

4.4	PRESENTACIONES O FORMAS DEL PRODUCTO.	157
4.5	RESULTADOS	158
4.6	RESULTADOS TIEMPO DE ELABORACIÓN UNITARIA DEL PRODUCTO	160
4.7	ESTUDIO DE COSTOS	162
4.7.1	Costos Directos	163
4.7.2	Costos Indirectos	166
4.7.3	Costos Totales.....	166

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II- 1. Proceso de Polimerización de un Polímero Plástico.....	20
Figura II- 2. Productos a base de Polímeros Termoplásticos.....	22
Figura II- 3. Productos a base de Poliuretanos	23
Figura II- 4. Productos a Base de Polímeros elastómeros	24
Figura II- 5. Recipiente Plástico por Moldeado Rotacional.....	24
Figura II- 6. Productos Obtenidos por Método de Espumado	27
Figura II- 7. Productos formados por Método de Prensado	28
Figura II- 8. Productos Formados por Método de Inyección	28
Figura II- 9. Productos Formados por Métodos de Extrusión.....	29
Figura II- 10. Modulación por Ancho de Pulso	35
Figura II- 11. Plc Logo Siemens 12/24 RC.....	44
Figura II- 12. Diagrama Estructural PLC Logo	47
Figura II- 13. Estructura Física Logo Siemens	47
Figura II- 14. Pantalla de Operación Logo SoftComfort	49
Figura II- 15. Diagrama de bloques de dispositivos electromecánicos de conversión de energía, (a) motor, (b) generador.....	57
Figura II- 16. Sistema de generación, transmisión, distribución, y consumo de energía.....	59
Figura II- 17. Conductor moviéndose en un campo magnético.....	61
Figura II- 18. Conductor con corriente moviéndose en un campo magnético. ...	62
Figura II- 19. Clasificación de las Máquinas Eléctricas Rotativas	62
Figura II- 20. (a) Estructura de una máquina sincrónica. (b) Estator laminado.	66
Figura II- 21. Motor Eléctrico	66
Figura II- 22. Tipos de Motores de Corriente Alterna	67
Figura II- 23. Conversión de Unidades de Potencia.....	68
Figura II- 24. Constitución Interna Cilindro Hidráulico	73
Figura II- 25. Cilindro de Presión Dinámica.....	74
Figura II- 26. Partes de un Cilindro de Efecto Simple	74
Figura II- 27. Partes de un Cilindro Efecto Doble	76
Figura II- 28. Cilindro Telescópico.....	77
Figura II- 29. Conexión de un motor a través de un interruptor.....	82
Figura II- 30. Pulsadores típicos.....	83
Figura II- 31. Símbolos Pulsadores	83
Figura II- 32. Seleccionadores Típicos.....	84
Figura II- 33. Símbolos de Seleccionadores	84
Figura II- 34. Elementos de Maniobra Automáticos	86
Figura II- 35. Símbolos de Interruptores Automáticos	87
Figura II- 36. Fusibles Típicos	88
Figura II- 37. Símbolos de Fusibles.....	89

Figura II- 38. Contactores Típicos	90
Figura II- 39. Simbología del Contactor.....	91
Figura II- 40. Elementos Básicos del Contactor	91
Figura II- 41. Bobinas para Contactores	94
Figura II- 42. Símbolos de Bobinas de Contactores.....	94
Figura II- 43. Esquema de Contactos en Contactores	95
Figura II- 44. Ejemplo de Combinación de Contacto de Contactores.....	97
Figura II- 45. Envoltente del Circulo	100
Figura II- 46. Circunferencias Primitivas de Funcionamiento	102
Figura II- 47. Dientes Cicloidales	104
Figura II- 48. Engranajes Rectos.....	107
Figura II- 49. Engranajes Interiores.....	107
Figura II- 50. Engranajes Helicoidales	108
Figura II- 51. Engranajes Dobles Helicoidales	108
Figura II- 52. Engranajes Helicoidales de Ejes Cruzados	109
Figura II- 53. Engranaje Tipo Cremallera	109
Figura II- 54. Engranajes Cónicos Rectos.....	110
Figura II- 55. Engranajes Cónicos Helicoidales.....	110
Figura II- 56. Engranaje Cónico Espiral	111
Figura II- 57. Engranajes de Tornillo sin fin.....	111
Figura III- 58. Representación Esquemática del Cono y Brazo Ovillador.....	115
Figura III- 59. Fuerza Tangencial	116
Figura III- 60. Diagrama Sistema de Correas.....	117
Figura III- 61. Dimensiones Banda Tipo A	118
Figura III- 62. Sistema de Transmisión por Tornillo sin fin	120
Figura III- 63. Esquema Transmisión Cadena 1	121
Figura III- 64. Esquema Transmisión Cadena 2.....	123
Figura III- 65. Sistema de Transmisión por Engranajes Cónicos	124
Figura III- 66 Esquema Ovilladora Diseñado en SolidWorks 2013.....	129
Figura III- 67. Esquema Maquina Ovilladora Estructura Inicial.....	130
Figura III- 68. Esquema Maquina Ovilladora Base Terminada Maquinaria	130
Figura III- 69. Montaje Catalina 1	131
Figura III- 70. Montaje Catalina 2 y 3	131
Figura III- 71. Montaje Engranaje Tornillo sin Fin.....	132
Figura III- 72. Engranaje sumergido en Cámara de Aceite	132
Figura III- 73. Montaje Engranajes Tipo Corona	133
Figura III- 74. Montaje Transmisión Tipo Polea.....	133
Figura III- 75. Constitución Interna Pistón Electro Hidráulico	134
Figura III- 76. Test de Prueba de Cilindro Electro Hidráulico	136
Figura III- 77. Opciones de Colocación de Pistón Hidráulico	137
Figura II- 78. Montaje Final del Pistón Hidráulico.....	137
Figura III- 79. Montaje de Tablero de Control Máquina Ovilladora.....	138

Figura III- 80. Montaje Final de Tablero de Control.....	138
Figura III- 81. Modo de Transferencia Pc a Logo	146
Figura III- 82. . Determinación del LOGO.....	147
Figura III- 83. Transferencia del Pc → LOGO.	147
Figura III- 84. Selección de Puerto de Comunicación	148
Figura III- 85. Selección u Auto detección del puerto de Comunicación.	148
Figura IV- 86. Donde se detalla el resultado de toma de datos de tiempo vs peso para el producto 1	152
Figura IV- 87. Peso vs Tiempo Producto 2	153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II- I. Densidades de Materiales Plásticos	32
Tabla II- II. Numero de Polos vs. Velocidad de Rotación RPM	36
Tabla II- III. Modelos disponibles Logo Siemens.....	45
Tabla II- IV. Variantes de Módulos de Expansión en PLC Logo Siemens.....	46
Tabla II- V. Clasificación de los Motores	67
Tabla II- VI. Tabla de Rotación Sincrónica.....	69
Tabla III- I Selección Materiales Eléctricos	127
Tabla III- II Selección Materiales Mecánicos.....	128
Tabla III- III Datos Técnicos Pistón Electro Hidráulico	135
Tabla III- IV Asignación de Entradas/Salida en el PLC.	142
Tabla IV- ITabla de tomas de Tiempos de Producto1 denominado Tipo Queso y Producto 2 Tipo Pelota.....	152
Tabla IV- II Datos empíricos de peso con una estimación de tiempo.....	154
Tabla IV- III Obtención Experimental de Peso en Función del Tiempo.....	155
Tabla IV- IV De Forma de Producto a Realizar.	157
Tabla IV- V Tiempo de Elaboración Unitaria por Producto.....	161
Tabla IV- VI Datos comparativos entre los tiempos de la maquinaria antigua y la actual	162
Tabla IV- VIICostos materiales y accesorios mecánicos.....	163
Tabla IV- VIICostos materiales y accesorios eléctricos.....	164
Tabla IV- IXCosto total por materiales.	165
Tabla IV- XCostos por maquinaria y equipos utilizados.....	165
Tabla IV- XICostos por mano de obra.....	165
Tabla IV- XIIValor total costos directos	165
Tabla IV- XIICostos indirectos.....	166

INTRODUCCION

La industria Ecuatoriana ha ido creciendo aceleradamente en la fabricación de productos polímero plásticos, con la implementación de nuevas tecnologías se han ido cambiando paulatinamente la calidad de estos productos y su presentación, ahorro de recursos y disminución en el tiempo de elaboración del mismo para cubrir la demanda del mercado actual.

Este el caso de las cuerdas a bases de polímeros plásticas ecuatorianas, las mismas q han sido sometidas a diferentes tipos de procesos para obtener un material de excelente dureza, calidad, precio y presentación del producto con respecto a los fabricados por industrias extranjeras, las cuales han abarcado casi totalmente el mercado actual. La Industria innova día a día en la forma de presentación de Productos, teniendo siempre como objetivo principal captar más la atención del cliente hacia su producto y disminuyendo la de la competencia.

La Ovilladora industrial es un artefacto que utiliza corriente eléctrica, que comprenden una estructura de soporte y una parte mecánica. Esta es una máquina cuya función es separar el producto y formar ovillo homogéneos. Diseñada para todos aquellos negocios especializados en la fabricación de cuerdas, principalmente cuerdas polímero Plásticas, su característica principal ahorro de recursos y tiempo de elaboración por unidad de producto.

CAPITULO I

1 GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Empresas que han elaborado productos tales como cuerdas, cabos y pequeños o medianos hilos de polímero plástico de considerable resistencia, han ido evolucionando sistemáticamente en función de la mano de obra y los denominados sistemas mecánicos, con la aparición de sistemas neumáticos e hidráulicos combinados con nuevas tecnologías como los PLC's (Controladores Lógicos Programables) entre otros, han logrado tecnificar, automatizar, controlar y mejorar este tipo de procesos a un ritmo más adecuado que se ajusta a las necesidades de la industria actual.

Históricamente se ha visto que la industria ha experimentado cambios constantes con el afán de mejorar su productividad, la automatización de las unidades productivas han logrado obtener una optimización en la producción, obteniendo una mayor rentabilidad y ahorro de recursos para la empresa, teniendo una mejora notable en la calidad de sus productos.

Hoy en día la innovación tecnológica es cada vez más evidente en las plantas de producción de las industrias, debido a la necesidad de aumentar su capacidad de producción, mejorar de calidad y presentación en sus productos, obtener una mayor ganancia, entre otras necesidades.

La automatización se puede aplicar a una amplia gama del sector industrial, tales como metalmecánica, maderera, plástica, química, etc. Donde el trabajo necesita un sistema estrictamente automatizado por su precisión, complejidad y peligrosidad.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La Empresa contará con un equipo que será capaz de reemplazar procesos que se lo ejecutaban manualmente y la elaboración de un producto realizado de manera semi-automatizada sin ningún régimen técnico. Este nuevo producto brindará a la empresa la posibilidad de atacar a sectores de mercado poco abarcados actualmente implicando esto no solo un crecimiento económico y ahorro de recursos, sino también una apertura a nuevos proyectos y fuentes de trabajo.

Para el desarrollo de esta maquinaria no solo nos valdremos de diseños mecánicos, eléctricos o controles hidráulicos, sino también de un Controlador Lógico Programable (PLC), el cual será parte fundamental y principal de todo nuestro proyecto, el mismo que será capaz de gestionar cualquier tipo de actuador y recibirá señales pertenecientes a nuestro proceso.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES

- Diseñar, Automatizar e Implementar una Máquina Ovilladora Electro Hidráulica de Cuerda Polímero Plástica para la Empresa Inducuerdas Ltda.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar y estudiar los sistemas de Transmisión Mecánica Lineal y Sistemas de Control para ovillado de cuerdas.
- Implementar un Sistema de Control Electro – Hidráulico comando por PLC-Logo.
- Instalar un Sistema Secuencial capaz de controlar la parte mecánica para formar el producto deseado.
- Investigar las técnicas de Procesos Automatizados de ovillado.
- Redactar el Manual de Usuario de operación de la maquinaria.

1.4 HIPÓTESIS

El Diseño, Automatización e Implementación de una Máquina Ovilladora permitirá lograr mejorar la Calidad de Presentación del Producto y disminuir el Tiempo de Producción por unidad establecido para este tipo de actividad.

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 PROCESO DE OVILLADO DE CUERDA POLÍMERO PLÁSTICA

La Ovilladora Industrial es un artefacto que utiliza corriente eléctrica, que comprenden una estructura de soporte y una parte mecánica. Esta es una máquina cuya función es separar el producto una cierta cantidad y formar ovillos homogéneos. Diseñada para todos aquellos negocios especializados en la fabricación de cuerdas, principalmente Fabricación de Cuerdas a base de Polímeros Plásticos, en donde el factor calidad y presentación del producto son pilares fundamentales de su industria.

2.1.1 Características Generales de Productos Polímeros Plásticos

2.1.1.1 Definición de Polímero Plástico

El termino Polímero Plástico, en su concepto más general, se aplica a las sustancias de distintas estructuras y naturalezas que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones.

2.1.1.2 Estructura y Composición (1)

Los polímeros plásticos están formados por moléculas gigantes (**macromoléculas**). Estas moléculas se forman por reacciones en las que se unen muchas unidades de otras moléculas pequeñas (**monómeros**) formando largas cadenas (**polímeros**). Estas reacciones se llaman de polimerización.



Figura II- 1. Proceso de Polimerización de un Polímero Plástico

Fuente:<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

2.1.1.3 Monómeros y polímeros (2)

La materia está formada por moléculas que pueden ser de tamaño normal o moléculas gigantes llamadas polímeros.

Si el polímero es rigurosamente uniforme en peso molecular y estructura molecular, su grado de polimerización es indicado por un numeral griego, según el número de unidades de monómero que contiene; así, hablamos de dímeros, trímeros, tetrámero, pentámero y sucesivos. El término polímero designa una combinación de un número no especificado de unidades.

2.1.2 Tipos de Polímeros Plásticos (2)

Las macromoléculas, lineales o ramificadas, pueden estar colocadas, unas con respecto a otras, de forma diferente.

2.1.2.1 Polímeros termoplásticos.

Son polímeros (lineales, ramificados o no), que de manera reiterativa se pueden reblandecer (plastificar) por la acción del calor y endurecer al enfriarse. Pueden llegar a fundirse sin que tenga lugar su descomposición química siempre que no se alcance una determinada temperatura, denominada de descomposición.

Están constituidos por macromoléculas lineales o ramificadas que, a partir de cierta temperatura, inferior a la de descomposición, deslizan entre sí de modo que el material adquiere una fluidez viscosa.

Por lo general los materiales termoplásticos presentan un buen conjunto de propiedades mecánicas, son fáciles de procesar, reciclables y bastante económicos. La principal desventaja deriva del hecho de que son materiales

que funden, de modo que no tienen aplicaciones a elevadas temperaturas puesto que comienzan a reblandecer por encima de la T_g , con la consiguiente pérdida de propiedades mecánicas,



Figura II- 2. Productos a base de Polímeros Termoplásticos

Fuente:<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

2.1.2.2 Polímeros termoestables.

También llamados durómeros o duroplastos. Son aquellas materias poliméricas que por la acción del calor o mediante endurecedores apropiados, endurecen de forma irreversible y al fundirse se descomponen químicamente. Están formados por macromoléculas reticuladas en el espacio, que en el proceso de endurecimiento, o de curado, se reticulan más estrechamente.

A partir de materias primas de bajo peso molecular se forman, en una primera fase, un producto intermedio (prepolímero), de peso molecular intermedio, no reticulado o muy poco y por tanto todavía capaz de fundir (y por tanto de rellenar un molde). La reticulación espacial que da lugar a la formación de la macromolécula termoestable tiene lugar por reacción química (curado) durante el moldeo de la pieza, es decir, durante el proceso de transformación.

Puesto que no funden y no reblandecen son materiales que presentan muy buenas propiedades a elevadas temperaturas. Junto con su alta resistencia térmica presentan alta resistencia química, rigidez, dureza superficial, buena estabilidad dimensional, etc.



Figura II- 3. Productos a base de Poliuretanos

Fuente:<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

2.1.2.3 Polímeros elastómeros: Cauchos y gomas.

Elastómeros, son sustancias constituidas por macromoléculas líneales unidas entre sí transversalmente, por puentes de enlace (reticulación suelta).

En los elastómeros o cauchos las cadenas de polímero se encuentran enrolladas y retorcidas de forma arbitraria, al azar, lo que les confiere gran flexibilidad para permitir que el material sea capaz de soportar deformaciones muy grandes. El proceso de curado por el que estos polímeros son entrecruzados se suele conocer como vulcanización. Son materiales muy tenaces y resistentes para aceites, grasas y al ozono, presentan buena flexibilidad a bajas temperaturas; de hecho, todos los elastómeros tiene

temperaturas de transición vítrea inferiores a la temperatura ambiente. Presentan, sin embargo, algunas de las desventajas de los termoestables: requieren un procesado lento, lo que consume grandes cantidades de tiempo y energía.



Figura II- 4. Productos a Base de Polímeros elastómeros

Fuente:<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseñanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

2.1.3 Métodos de Elaboración (2)

2.1.3.1 Moldeo Rotacional



Figura II- 5. Recipiente Plástico por Moldeado Rotacional

Fuente:<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

Se moldean por rotación artículos huecos mediante el llenado de moldes abiertos, huecos, con material en polvo o pasta y, después de que ha gelificado o fundido una capa suficientemente gruesa de material, se vierte el resto.

La maquinaria para el sistema de moldeo rotacional consta de dos ejes cruzados, en el segundo de los cuales van montados los moldes. Se les aplica calor y al rotar sobre los ejes distribuyen el material uniformemente por las paredes. Al enfriarse, el material se solidifica o se ha vulcanizado, y se extrae la pieza endurecida.

Los moldes para recipientes grandes están hechos, generalmente, de chapa metálica de 1,5 a 2 mm de espesor. Suelen fabricarse mediante aluminio colado y los más complejos se pueden obtener por electro formado a partir de cera o modelos de resinas de reacción.

Sistemas de calefacción. Las primeras máquinas para roto moldeo de plásticos utilizaban calentamiento por llama directa, que se ha sustituido principalmente por cámaras de aire que se calienta en una zona independiente por llama o eléctricamente.

Sistemas de enfriamiento. El enfriamiento se suele realizar en otra cámara con aporte de aire enfriado o pulverización de agua.

Otras aplicaciones incluyen la fabricación de cuerpos huecos posteriormente reforzados con fibras de vidrio/poliéster que se utilizan para producir depósitos de alta presión como, por ejemplo, filtros de piscina.

2.1.3.2 Colada

La colada consiste en el vertido del material plástico en estado líquido dentro de un molde, donde fragua y se solidifica. La colada es útil para fabricar pocas piezas o cuando emplean moldes de materiales baratos de poca duración, como escayola o madera. Debido a su lentitud, este procedimiento no resulta útil para la fabricación de grandes series de piezas.

2.1.3.3 Espumado

Consiste en introducir aire u otro gas en el interior de la masa de plástico de manera que se formen burbujas permanentes. Por este procedimiento se obtiene la espuma de poliestireno, la espuma de poliuretano (PUR), etc. con los que se fabrican colchones, aislantes termoacústicos, esponjas, embalajes, cascos de ciclismo y patinaje, plafones ligeros y otros.

En los últimos años, las espumas plásticas han adquirido una importancia económica progresiva, sobre todo desde el momento en que muchos plásticos admiten la espumación: polimerizados (por ejemplo Polietileno, Poliestireno y PVC), policondensados (Fenoplastos, Aminoplastos, Poliésteres, Resinas epoxy) y poliaductos (Poliuretanos).

Además, los plásticos celulares no requieren procesos de fabricación especiales. Se pueden obtener directamente por inyección, extrusión o calandrado.



Figura II- 6. Productos Obtenidos por Método de Espumado

Fuente:<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

2.1.3.4 Moldeo a Presión

Son procesos en los cuales los plásticos se introducen a presión en los moldes.

- **Moldeo a Alta Presión.**

Se realiza mediante máquinas hidráulicas que ejercen la presión suficiente para el moldeo de las piezas. Básicamente existen tres tipos: compresión, inyección y extrusión.

- **Prensado.**

El plástico en polvo es calentado y comprimido entre las dos partes de un molde mediante la acción de una prensa hidráulica.

El prensado de plásticos se inició a principios de este siglo principalmente gracias a la comercialización de la **Baquelita** (aminoplastos con refuerzo de

pulpa de papel o madera), debido principalmente a sus aplicaciones en la industria eléctrica.



Figura II- 7. Productos formados por Método de Prensado

Fuente: <http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

2.1.3.5 Inyección

Consiste en introducir el plástico granulado dentro de un cilindro, donde se calienta. En el interior del cilindro hay un tornillo sinfín que actúa de igual manera que el émbolo de un ajequinilla.

Cuando el plástico se reblandece lo suficiente, el tornillo sinfín lo inyecta a alta presión en el interior de un molde de acero para darle forma. El molde y el plástico inyectado se enfrían mediante unos canales interiores por los que circula agua.

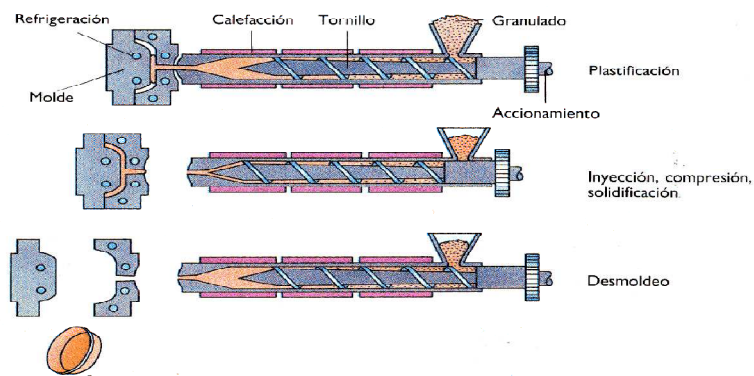


Figura II- 8. Productos Formados por Método de Inyección

Fuente: <http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

2.1.3.6 Extrusión

Consiste en moldear productos de manera continua, ya que el material es empujado por un tornillo sin fin a través de un cilindro que acaba en una boquilla, lo que produce una tira de longitud indefinida.

Cambiando la forma de la boquilla se pueden obtener barras de distintos perfiles. También se emplea este procedimiento para la fabricación de tuberías, inyectando aire a presión a través de un orificio en la punta del cabezal. Regulando la presión del aire se pueden conseguir tubos de distintos espesores.

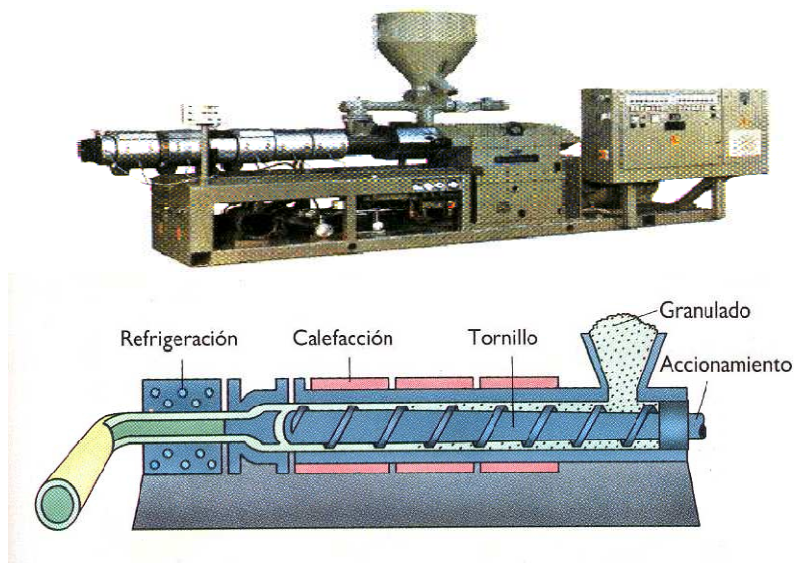


Figura II- 9. Productos Formados por Métodos de Extrusión

Fuente: <http://ocw.usal.es/eduCommons/enseñanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

Es un proceso continuo utilizado para la fabricación de productos semi acabados tales como perfiles, tuberías, planchas y hojas, que deben someterse a acabado antes de ser puestos en servicio.

2.1.4 Propiedades Físico – Químicas

2.1.4.1 Propiedades Mecánicas

Las propiedades mecánicas de los plásticos tienen una estrecha relación con la temperatura. Al aumentarse ésta, las resistencias disminuyen. Esto es particularmente cierto para los termoplásticos, que se reblandecen a elevadas temperaturas y se endurecen y vuelven más rígidos al enfriarse. Entre las diferentes propiedades Mecánicas tenemos:

- **Resistencia a compresión.**

Según el tipo de plástico, la resistencia a compresión puede variar de 500 a 2.500 Kg/cm².

- **Resistencia a tracción.**

En los plásticos la resistencia a tracción (varía entre 350 y 550 Kg/cm²) es muy inferior a la resistencia a compresión, aunque en algunos casos, para filamentos extruidos en frío se puede llegar a cifras del orden de 4.500 Kg/cm².

Influye en este tipo de resistencia el sistema de moldeo del plástico, así como la temperatura ambiente y la humedad.

2.1.4.2 Propiedades Físicas

- **Dureza.**

Los plásticos se comportan de forma muy variable al ser sometidos a ensayos en los cuales se mide la fuerza necesaria para introducir un indentador en su superficie. Para otros ensayos se utiliza caída de

objetos. Las comparaciones entre materiales son difíciles de hacer, pero es evidente que los plásticos no son tan duros como el acero o el vidrio, pero muchos son más duros que la madera, en el sentido normal a las fibras. Asimismo, la resistencia a ser rayado es difícil de medir y comparar con pleno sentido. Los plásticos se rayan más fácilmente que el vidrio, pero el acabado con melamina, en laminados a alta presión, es más resistente al rayado que las lacas y barnices corrientes. Las ralladuras en los materiales plásticos suelen ser menos irregulares que si se tratara de otros materiales más duros y quebradizos y generalmente pueden eliminarse con facilidad mediante un pulimento.

- **Tenacidad**

Las mediciones de la tenacidad son empíricas y los valores obtenidos son comparativos sólo de una manera aproximada. Además, las probetas de plástico para laboratorio pueden diferir ampliamente o de las piezas fabricadas, de la misma manera que el hormigón colocado en obra puede ser bastante diferente de las *probetas de laboratorio*. Los *ensayos de tenacidad que se usan* placas o láminas, o bien el impacto de un ~ péndulo pesado golpeando una barra con una pequeña entalla.

- **Densidad. (4)**

El rango de *densidades* de los plásticos es relativamente bajo y se varía entre 0.9 y 2.3 g/cm³. Entre los plásticos de mayor consumo se encuentran el PE y el PP, ambos materiales con densidad inferior a la

del agua. La densidad de otros materiales es varias veces mayor, como el aluminio con densidad 2.7 g/cm³ o el acero con 7.8 g/cm³. Esta densidad tan baja se debe fundamentalmente a dos motivos; por un lado los átomos que componen los plásticos como C,H, O y N son ligeros, y por otro, las distancias medias de los átomos dentro de los plásticos son relativamente grandes.

Material	Densidad
ABS	1.04 - 1' 06
Acetato de Celulosa	1.25 - 1' 35
Copolímero Estireno Acrilonitrilo SAN	1.06 - 1' 10
PA 6	1.12 - 1' 15
PA 66	1.13 - 1' 16
PAN	1.14 - 1.17
PEBD	0.89 - 0.93
PEMD	0.93 - 0.94
PEAD	0.94 - 0.98
PET	1.38 - 1.41
PP	0.85 - 0.92
PS	1.04 - 1.08
PTFE	2.10 - 2.30
PVC Rígido	1.38 - 1.41
PVC (40% plastificante)	1.19 - 1.35
PMMA	1.16 - 1.20
Polycarbonato de Bisfenol A	1.20 - 1.22

Tabla II- I. Densidades de Materiales Plásticos

Fuente:<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseñanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

- **Permeabilidad.**

Permeabilidad: Los films de plástico se emplean extensamente como barreras de vapor, como capas superpuestas en una gran variedad de estratificados y para otras muchas aplicaciones similares. También es importante su permeabilidad al vapor de agua. En algunas

circunstancias, tales como, en barreras de vapor, se desea una baja permeabilidad, mientras que en otras, la permeabilidad debe ser alta.

- **Transparencia.**

La transparencia de los plásticos es una característica que viene dada por el modo en que se estructuran a nivel molecular. Los plásticos pueden dividirse en cristalinos y amorfos.

2.1.5 Estaciones de Trabajo

Una estación de trabajo es un sitio donde se da lugar a un determinado proceso, en donde se realiza una determinada actividad.

2.2 VARIADORES DE FRECUENCIA

2.2.1 Introducción a un Variador de Frecuencia

Actualmente los inversores de frecuencia desempeñan un lugar preponderante dentro de la industria en general por su flexibilidad y multiplicidad en opciones de utilización a un costo muy razonable.

Muchas son las aplicaciones en donde la variación de velocidad se ha convertido en la vida misma de la fabricación de cualquier tipo de productos. Bien puede ser para arranques y paros frecuentes, cargas de alta inercia, troquelado, extrusión, bombeo, ventilación, coordinación de movimientos en líneas de producción, uso en regulación de velocidad, posicionamiento, sincronización, e infinidad de otras aplicaciones que antes solo era posible

hacerlas parcialmente con corriente directa (cd) usando motores y controles costosos de adquirir y de mantener.

2.2.2 Funcionamiento de un Variador de Frecuencia

Un Variador de Frecuencia 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 más 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").

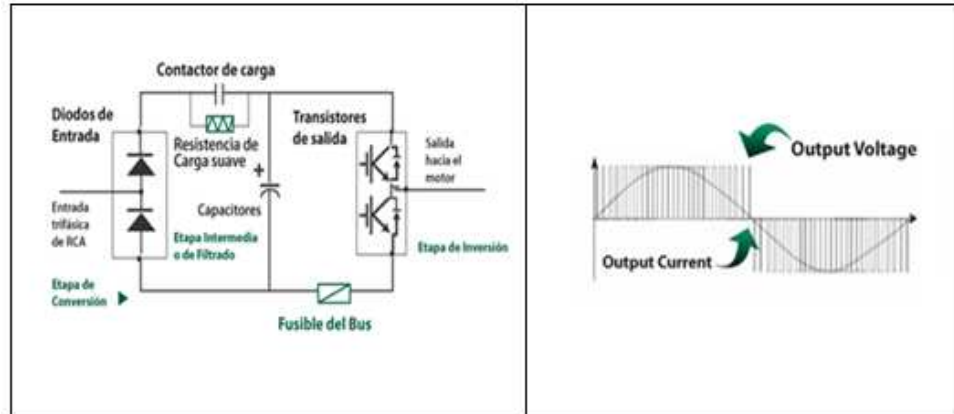


Figura II- 10. Modulación por Ancho de Pulso

Fuente: <https://www.google.com.ec/imghp?hl=es&tab=wi>

El Variador 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 Velocidad de Sincronización

La velocidad de sincronización de los motores asíncronos trifásicos es proporcional a la frecuencia de la corriente de alimentación e inversamente proporcional al número de pares de polos que constituyen el estator.

$$N = 60 \frac{f}{p} \quad (2.1)$$

N: velocidad de sincronización en r.p.m.

f: frecuencia en Hz

p: número de pares de polos.

La siguiente tabla contiene la velocidad de rotación del campo giratorio, o velocidad desincronización, correspondiente a las frecuencias industriales de 50 Hz y 60 Hz y a la frecuencia de 100 Hz, en base al número de polos.

Número de polos	Velocidad de rotación en rpm		
	50 Hz	60 Hz	100 Hz
2	3000	3600	6000
4	1500	1800	3000
6	1000	1200	2000
8	750	900	1500
10	600	720	1200
12	500	600	1000
16	375	450	750

Tabla II- II. Numero de Polos vs. Velocidad de Rotación RPM

Fuente: Manual de Variador de Frecuencia LS

Estos datos no significan que sea posible aumentar la velocidad de un motor asíncrono alimentándolo a una frecuencia superior a la prevista aunque la tensión esté adaptada. Es conveniente comprobar si su diseño mecánico y eléctrico lo permiten. Teniendo en cuenta el deslizamiento, las velocidades de rotación en carga de los motores asíncronos son ligeramente inferiores a las velocidades de sincronización que figuran en la tabla.

2.2.4 Principales Tipos de Variadores de Frecuencia

Los variadores son convertidores de energía encargados de modular la energía eléctrica que recibe el motor. Los tipos más habituales son:

- **Rectificador controlado.**

Suministra corriente continua a partir de una red alterna monofásica o trifásica y controla el valor medio de la tensión.

- **Regulador de tensión.**

Suministra tensión alterna a partir de una red alterna monofásica o trifásica, con la misma frecuencia fija de la red y controlando el valor eficaz de la tensión.

- **Convertidor de frecuencia.**

Suministra tensión alterna a partir de una red alterna monofásica o trifásica de frecuencia fija, con valor eficaz y frecuencia variables según la ley U/f constante. Se utiliza como variador de velocidad para motores asíncronos de jaula.

2.2.5 Principales funciones de los arrancadores y variadores de velocidad electrónicos

2.2.5.1 Aceleración Controlada

La aceleración del motor se controla mediante una rampa de aceleración lineal. Generalmente, esta rampa es controlable y permite por tanto elegir el tiempo de aceleración adecuado para la aplicación.

2.2.5.2 Variación de velocidad

Un variador de velocidad puede no ser al mismo tiempo un regulador. En este caso se trata de un sistema dotado de un control con amplificación de potencia.

La velocidad del motor queda determinada por una magnitud de entrada (tensión o corriente) denominada consigna o referencia.

2.2.5.3 Regulador de velocidad.

Un regulador de velocidad es un variador con seguimiento de velocidad. Dispone de un sistema de control con amplificación de potencia.

La regulación permite que la velocidad sea prácticamente insensible a las perturbaciones. Generalmente la precisión de un regulador se expresa en % del valor nominal de la magnitud regulada.

2.2.5.3.1 Deceleración Controlada.

Cuando se desconecta un motor, su deceleración se debe únicamente al par resistente de la máquina (deceleración natural). Los arrancadores y variadores electrónicos permiten controlar la deceleración mediante una rampa lineal, generalmente independiente de la rampa de aceleración.

Esta rampa puede ajustarse de manera que se consiga un tiempo para pasar de la velocidad de régimen fijada a una velocidad intermedia o nula:

- Si la deceleración deseada es más rápida que la natural, el motor debe desarrollar un par resistente que se debe sumar al par resistente de la máquina; se habla entonces de frenado eléctrico, que puede

efectuarse reenviando energía a la red de alimentación, o disipándola en una resistencia de frenado.

- Si la deceleración deseada es más lenta que la natural, el motor debe desarrollar un par motor superior al par resistente de la máquina y continuar arrastrando la carga hasta su parada.

2.2.5.4 Inversión del sentido de giro

La mayoría de los variadores actuales tienen implementada esta función. La inversión de la secuencia de fases de alimentación del motor se realiza automáticamente o por inversión de la consigna de entrada, o por una orden lógica en un borne, o por la información transmitida mediante una red.

2.2.5.5 Frenado

Este frenado consiste en parar un motor pero sin controlar la rampa de desaceleración. Con los arrancadores y variadores de velocidad para motores asíncronos, esta función se realiza de forma económica inyectando una corriente continua en el motor, haciendo funcionar de forma especial la etapa de potencia. Toda la energía mecánica se disipa en el rotor de la máquina y, por tanto, este frenado sólo puede ser intermitente. En el caso de un variador para motor de corriente continua, esta función se realiza conectando una resistencia en bornes del inducido.

2.2.5.6 Protecciones Integradas

Los variadores modernos aseguran tanto la protección térmica de los motores como su propia protección. A partir de la medida de la corriente y de una información sobre la velocidad (si la ventilación del motor depende de su velocidad de rotación), un microprocesador calcula la elevación de temperatura de un motor y suministra una señal de alarma o de desconexión en caso de calentamiento excesivo. Además, los variadores, y especialmente los convertidores de frecuencia, están dotados de protecciones contra:

- Cortocircuitos entre fases y entre fase y tierra,
- Sobretensiones y las caídas de tensión,
- Desequilibrios de fases,
- Funcionamiento en monofásico.

2.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

2.3.1 Introducción a PLC

Los controladores lógicos programables o PLC (*Programmable Logic Controller*- siglas en inglés) son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial. Su historia se remonta a finales de la década de 1960, cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional.

Como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales.

Los PLC sirven para realizar automatismos, se puede ingresar un programa en su disco de almacenamiento, y con un microprocesador integrado, corre el programa, se tiene que saber que hay infinidad de tipos de PLC, los cuales tienen diferentes propiedades, que ayudan a facilitar ciertas tareas para las cuales se los diseñan.

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentra que, gracias a ellos, es posible ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales. Por otra parte, son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo. Sin embargo, y como sucede en todos los casos, los controladores lógicos programables, o PLC's, presentan ciertas desventajas como es la necesidad de contar con técnicos calificados y adiestrados específicamente para ocuparse de su buen funcionamiento. Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones como las de detección y de mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los pre-accionadores y accionadores. Además cumplen la importante función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa.

2.3.2 Estructura Básica de un PLC

Sus partes fundamentales son la Unidad Central de Proceso (CPU), la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S).

2.3.2.1 Unidad Central del Proceso

La CPU se encarga de todo el control interno y externo del PLC y de la interpretación de las instrucciones del programa. En base a las instrucciones almacenadas en la memoria y en los datos que lee de las entradas, genera las señales de las salidas.

2.3.2.2 Memoria

La memoria se divide en dos, la memoria de solo lectura o ROM y la memoria de lectura y escritura o RAM. La memoria ROM almacena programas para el buen funcionamiento del sistema. La memoria RAM se encuentra conformada por la memoria de datos, en la que se almacena la información de las entradas y salidas y de variables internas y por la memoria de usuario, en la que se almacena el programa que maneja la lógica del Controlador Lógico Programable (PLC).

2.3.2.3 Sistema de Entradas y Salidas

El sistema de Entradas y Salidas recopila la información del proceso (Entradas) y genera las acciones de control del mismo (salidas). Los dispositivos conectadas a las entradas pueden ser; pulsadores, interruptores, finales de carrera, termostatos, detectores de nivel, detectores de proximidad, contactos

auxiliares, etc. Al igual, los dispositivos de salida son también muy variados: Pilotos, relés, contactores, Drives o variadores de frecuencia, válvulas, etc.

Las entradas y salidas (E/S) de un PLC son digitales, analógicas o especiales.

Las E/S digitales se identifican por presentar dos estados diferentes: on u off, presencia o ausencia de tensión, contacto abierto o cerrado, etc. Los niveles de tensión de las entradas más comunes son 5 VDC, 24 VDC, 48 VDC y 220 VAC.

Los dispositivos de salida más frecuentes son los relés.

Las E/S análogas se encargan de convertir una magnitud analógica (tensión o corriente) equivalente a una magnitud física (temperatura, flujo, presión, etc.) en una expresión binaria. Esto se realiza mediante conversores analógico-digitales (ADC's). Por último, las E/S especiales se utilizan en procesos en los que con las anteriores E/S vistas son poco efectivas, bien porque es necesario un gran número de elementos adicionales, bien porque el programa necesita de muchas instrucciones o por protocolos especiales de comunicación que se necesitan para poder obtener el dato requerido por el PLC (HART, Salidas de trenes de impulso, motores paso a paso).

2.3.3 PLC Logo Siemens

El PLC de SIEMENS LOGO, es el pequeño gigante de los autómatas para procesos sencillos. Solamente posee 6 entradas digitales (que por cierto funcionan con 1 lógico= 110Vac y 0 lógico= 0V) y cuenta con 4 poderosas salidas de Relé que manejan hasta 8A para corriente alterna y 220Vac.



Figura II- 11. Plc Logo Siemens 12/24 RC

Fuente: www.siemens.com

Si un proceso solamente requiere de 6 entradas y 4 salidas o menos, el LOGO es la mejor solución pues es muy económico y tiene incluso más funciones que los predecesores SIMATIC S5 (por supuesto refiriéndonos a funciones digitales).

La forma de programación es FUP y además no necesita computadora para su programación. Hay más modelos de LOGO con más entradas y salidas, pero al menos el que se muestra en la figura se puede utilizar en muchas aplicaciones. El LOGO incluye una pantalla de cristal líquido a través de la cual se puede introducir casi cualquier función digital.

No hay mayor complicación con respecto a los módulos de programación y otras función es que son necesarias en un proceso sencillo. Además el LOGO puede conectarse a una red que permite a los nuevos PLC de la SIEMENS hacer las conexiones de las salidas y entradas lo más cerca posible de la planta y ya no más la gran cantidad de alambres desde la planta hacia el PLC, sino que un simple par lleva toda la información de las entradas y salidas

2.3.3.1 Modelos de CPU's del Logo!

LOGO! Basic está disponible para dos clases de tensión:



- Categoría 1 _ 24 es decir, 12 V DC, 24 V DC, 24 V AC
- Categoría 2 > 24 V, es decir 115...240 V AC/DC

Y a su vez:

- Variante **con pantalla**: 8 entradas y 4 salidas.
- Variante **sin pantalla** ("LOGO!Pure"): 8 entradas y 4 salidas.

Cada variante está integrada en 4 unidades de división(TE), dispone de una interfaz de ampliación y le facilita 33funciones básicas y especiales pre programadas para la elaboración de su programa.

2.3.3.1.1 Variantes Disponible en PLC's Logo!

Símbolo	Designación	Alimentación	Entradas	Salidas	Características
	LOGO! 12/24RC	12/24 V CC	8 digitales (1)	4 relés de 10A	
	LOGO! 24	24 V c.c.	8 digitales (1)	4 transistores 24V / 0,3A	Sin reloj
	LOGO! 24RC (3)	24 V AC / 24 V DC	8 digitales	4 relés de 10A	
	LOGO! 230RC (2)	115...240 V CA/CC	8 digitales	4 relés de 10A	
	LOGO! 12/24RCo	12/24 V CC	8 digitales (1)	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado
	LOGO! 24o	24 V DC	8 digitales (1)	4 transistores 24V / 0,3A	Sin display Sin teclado Sin reloj
	LOGO! 24RCo (3)	24 V AC / 24 V DC	8 digitales	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado
	LOGO! 230RCo (2)	115...240 V CA/CC	8 digitales	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado

- (1): De ellos pueden utilizarse alternativamente:
2 entradas analógicas (0 ... 10V) y 2 entradas rápidas.
- (2): Variantes de 230 V: entradas en dos grupos de 4.
Dentro del grupo sólo puede haber una misma fase,
entre grupos puede haber fases distintas.
- (3): Las entradas digitales pueden utilizarse alternativamente
con conexión P o conexión N.

Tabla II- III. Modelos disponibles Logo Siemens



Fuente: Manual de sistema SIEMENS Controlador Programable Logo 12-24 RC

2.3.3.2 Modelos de Módulos de Ampliación Logo!

- Existen módulos digitales LOGO! para 12 V DC, 24 V AC/DC y 115...240 V AC/DC con 4 entradas y 4 salidas.
- Existen módulos analógicos LOGO! para 12 V DC y 24 V DC con 2 entradas analógicas o con 2 entradas Pt100.
- Módulos de comunicación (CM) LOGO! , como p.ej. el módulo de comunicación AS-Interface, descrito en la documentación correspondiente.

Los módulos digitales y analógicos están integrados en 2TE y disponen de dos interfaces de ampliación respectivamente de modo que se puede conectar otro módulo a cada uno de ellos.

2.3.3.2.1 Variantes de Módulos de Expansión en PLC's Logo!

Símbolo	Designación	Alimentación	Entradas	Salidas
	LOGO! DM 8 12/24R	12/24 V CC	4 digitales	4 relés de 5A
	LOGO! DM 8 24	24 V c.c.	4 digitales	4 transistores 24V / 0,3A
	LOGO! DM 8 24R ⁽³⁾	24 V AC/DC	4 digitales	4 relés de 5A
	LOGO! DM 8 230R	115...240 V CA/CC	4 digitales ⁽¹⁾	4 relés de 5A
	LOGO! AM 2	12/24 V CC	2 analógicas 0 ... 10V ó 0 ... 20mA ⁽²⁾	ninguna
	LOGO! AM 2 PT100	12/24 V DC	2 Pt100 -50 °C hasta +200 °C	ninguna

(1): No se admiten fases distintas entre las entradas.

(2): 0 ... 10V, 0 ... 20 mA pueden conectarse de forma alternativa.

(3): Entradas digitales pueden utilizarse alternativamente con conexión P o conexión N.

Tabla II- IV. Variantes de Módulos de Expansión en PLC Logo Siemens

Fuente: Manual de sistema SIEMENS Controlador Programable Logo 12-24 RC

2.3.3.3 Estructura Logo! Siemens

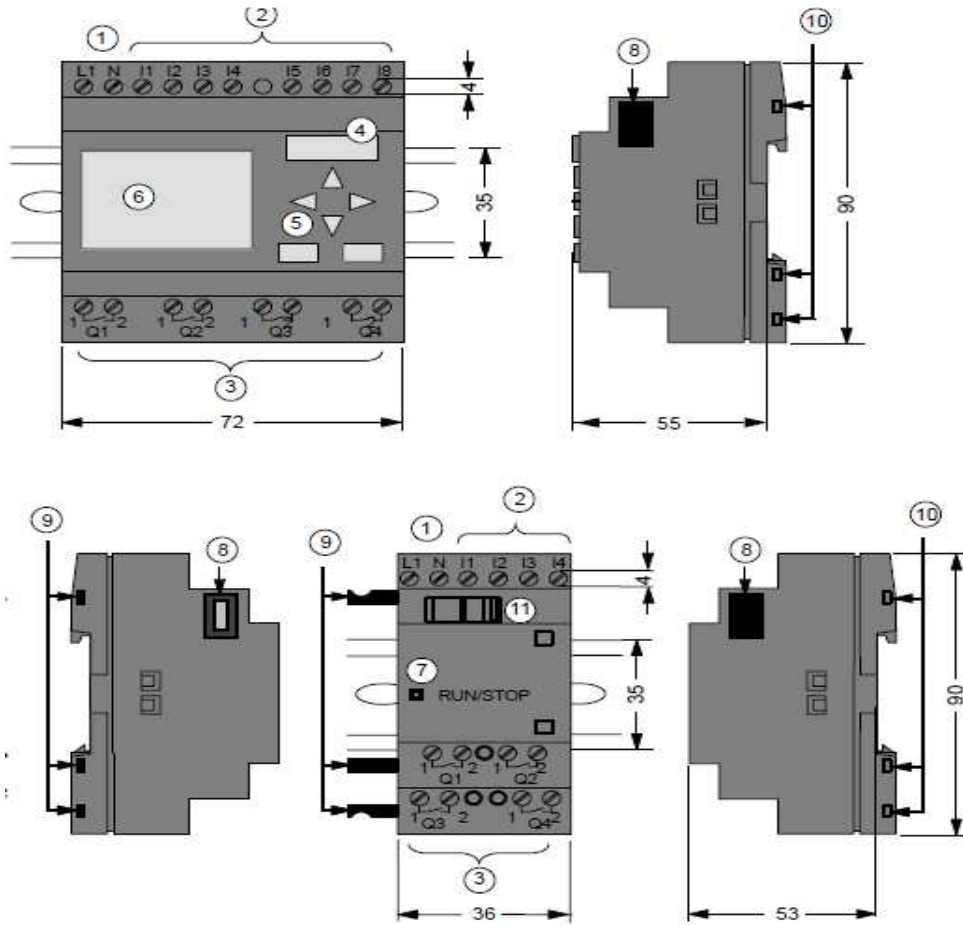


Figura II- 12. Diagrama Estructural PLC Logo

Fuente: Manual de sistema SIEMENS Controlador Programable Logo 12-24 RC

- | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| ① Alimentación de tensión | ⑤ Panel de mando (no en RCo) | ⑧ Interfaz de ampliación |
| ② Entradas | ⑥ Pantalla LCD (no en RCo) | ⑨ Codificación mecánica – clavija |
| ③ Salidas | ⑦ Indicador de estado RUN/STOP | ⑩ Codificación mecánica – hembrillas |
| ④ Receptáculo para módulo con tapa | | ⑪ Guía deslizante |

Figura II- 13. Estructura Física Logo Siemens

Fuente: Manual de sistema SIEMENS Controlador Programable Logo 12-24 RC

2.3.3.4 Codificación de Productos Logo! Siemens

El código de LOGO! proporciona información sobre sus características:

- 12: versión de 12 V
- 24: versión de 24 V
- 230: versión de 115...240 V
- R: salidas de relé (sin R: salidas de transistor)
- C: temporizador semanal integrado
- o: variante sin pantalla ("LOGO!Pure")
- DM: módulo digital
- AM: módulo analógico
- CM: módulo de comunicación (p.ej. AS-Interface)

2.3.4 Software del PLC (Logo SoftComfort)

El programa LOGO! Soft ofrece una simulación en PC de un LOGO! preparado. Con el software de programación los programas de conmutación se pueden elaborar, ensayar, modificar, archivar e imprimir directamente en el PC.

Esta elaboración offline del programa de conmutación aumenta muy notablemente la facilidad de manejo del LOGO!, para lo que la pantalla refleja una imagen del equipo a programar. Los programas pueden transferirse entonces entre el PC y el LOGO!.

Con LOGO! Soft Comfort pueden elaborarse los programas de conmutación de forma más eficiente, confortable y clara que hasta ahora. La elaboración del

programa tiene lugar colocando los elementos de programación libremente en una plataforma de programa y uniéndolos entre sí. En particular facilitan la labor del usuario, entre otras cosas, la simulación off line del programa, que posibilita la indicación simultánea del estado de varias funciones especiales, así como la documentación con calidad profesional de los programas de conmutación elaborados.

2.3.4.1 Descripción de la Pantalla de Operación

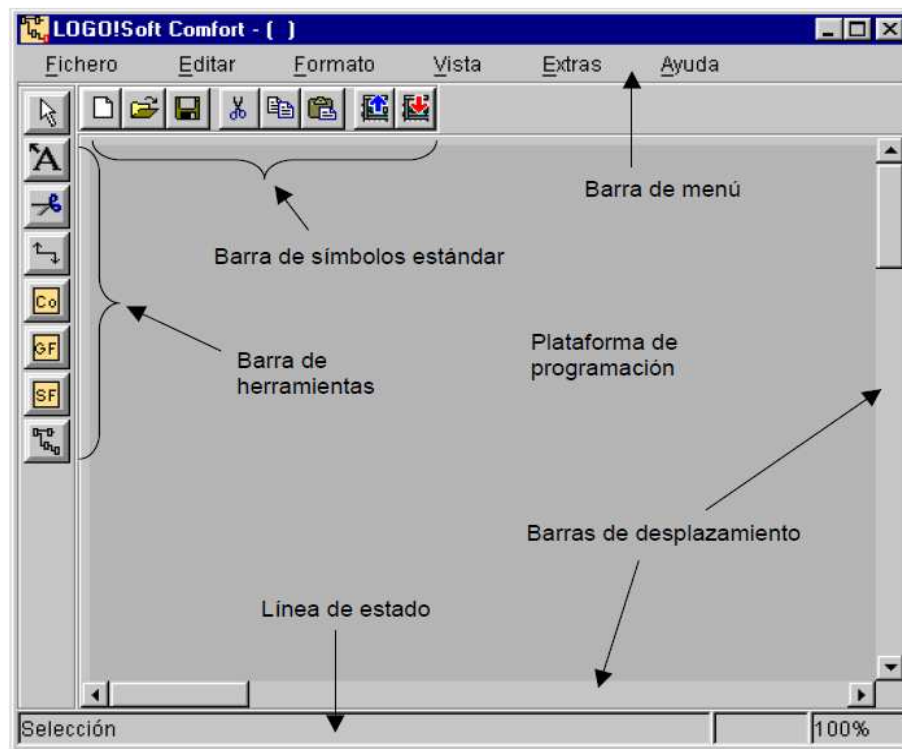


Figura II- 14. Pantalla de Operación Logo SoftComfort

Fuente: Manual de sistema SIEMENS Controlador Programable Logo 12-24 RC

2.3.4.2 Plataforma de Programación

Una vez arrancado el programa verán la plataforma de operación de LOGO!SoftComfort. La mayor parte de la pantalla la ocupa entonces el área

dedicada a la elaboración de esquemas de conexiones. En esta plataforma de programación se disponen los símbolos y enlaces del programa de conexiones.

2.3.4.3 Elementos de la Pantalla de Operación

Para que tampoco con circuitos extensos se pierda una visión general, en la parte inferior y la derecha de la plataforma de programación están dispuestas unas reglas deslizables, que permiten desplazar la imagen de conexiones en dirección horizontal y vertical.

2.3.4.4 Barra de Herramientas

A la izquierda se encuentra la barra de herramientas. Mediante los botones de mando dispuestos en ésta se puede cambiar a diferentes modos de procesado, para elaborar o procesar un programa con rapidez y sencillez.

2.3.4.5 Barra de símbolos estándar

Encima de la plataforma de programación se encuentra la barra de símbolos Estándar. Con tres botones de mando de ésta se puede aplicar un nuevo programa o cargar o bien guardar un programa ya existente, y mediante la utilización de los botones restantes se pueden recortar, copiar e insertar objetos de un circuito, o bien cargarlos o descargarlos para transferencia de datos de, respectivamente a, el LOGO!.

2.3.4.6 Barras de menús

Encima está situada la barra de menús. En la barra de menús encontrarán los más diversos comandos para la elaboración y la administración de programas de conexiones. Esto incluye también configuraciones y funciones de transferencia de programas.

2.3.4.7 Línea de Estado

En el borde inferior de la ventana de programación se halla una línea de estado. En ésta se dan algunas indicaciones sobre la herramienta en actividad, la situación de programa y el factor zoom actual.

2.4 ACTUADORES ELÉCTRICOS

2.4.1 Introducción a los Actuadores

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

Existen varios tipos de actuadores como son:

- Electrónicos
- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos y eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicos. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

2.4.2 Actuadores Eléctricos Definición

Los actuadores son los dispositivos encargados de efectuar acciones físicas ordenadas por algún sistema de control. Esta acción física puede ser un movimiento lineal o un movimiento circular según sea el caso. Se le da el nombre de actuadores eléctricos cuando se usa la energía eléctrica para que se ejecuten sus movimientos. Los sistemas que usan la energía eléctrica se caracterizan por una mayor exactitud y repetitividad.

2.4.2.1 Funcionamiento

La estructura de un actuador eléctrico es simple en comparación con la de los actuadores hidráulicos y neumáticos, ya que sólo se requieren de energía eléctrica como fuente de poder. Como se utilizan cables eléctricos para transmitir electricidad y las señales, es altamente versátil y prácticamente no hay restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador. Existe una gran cantidad de modelos y es fácil utilizarlos con motores eléctricos estandarizados según la aplicación. En la mayoría de los casos es necesario utilizar reductores, debido a que los motores son de operación continua.

2.4.3 Máquinas Eléctricas

Una **máquina eléctrica** es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en otra energía, o bien, en energía eléctrica pero con una presentación distinta, pasando esta energía por una etapa de almacenamiento en un campo magnético. Se clasifican en tres grandes grupos:

- **Generadores:** Transforman energía mecánica en eléctrica.
- **Motores:** Transforman energía eléctrica en mecánica. Se puede clasificar en motor de corriente continua o motor de corriente alterna.
- **Transformadores y convertidores** conservan la forma de la energía pero transforman sus características.

Una máquina eléctrica tiene un circuito magnético y dos circuitos eléctricos. Normalmente uno de los circuitos eléctricos se llama excitación, porque al ser

recorrido por una corriente eléctrica produce las ampervueltas necesarias para crear el flujo establecido en el conjunto de la máquina.

Desde una visión mecánica, las máquinas eléctricas se pueden clasificar en:

- Rotativas (Generadores y Motores).
- Estáticas (Transformadores).

Las máquinas rotativas están provistas de partes giratorias, como las dinamos, alternadores, motores. Las máquinas estáticas no disponen de partes móviles, como los transformadores. Para el estudio a realizar a continuación se clasificaran las máquinas como lo anteriormente visto: rotativas y estáticas.

2.4.3.1 Potencia de las máquinas eléctricas.

La potencia de una máquina eléctrica es la energía desarrollada en la unidad de tiempo. La potencia de un motor es la que se suministra por su eje. Una dinamo absorbe energía mecánica y suministra energía eléctrica, y un motor absorbe energía eléctrica y suministra energía mecánica.

La potencia que da una máquina en un instante determinado depende de las condiciones externas a ella; en una dinamo del circuito exterior de utilización y en un motor de la resistencia mecánica de los mecanismos que mueve.

Entre todos los valores de potencia posibles hay uno que da las características de la máquina, es la potencia nominal, que se define como la que puede suministrar sin que la temperatura llegue a los límites admitidos por los materiales aislantes empleados. Cuando la máquina trabaja en esta potencia se dice que está a plena carga. Cuando una máquina trabaja durante breves instantes a una potencia superior a la nominal se dice que está trabajando en sobrecarga.

2.4.3.2 Clasificación según el servicio.

Es importante conocer la clase de servicio a la que estará sometida una máquina:

- **Servicio Continuo:** Corresponde a una carga constante durante un tiempo suficientemente largo como para que la temperatura llegue a estabilizarse.
- **Servicio Continuo Variable:** Se da en máquinas que trabajan constantemente pero en las que el régimen de carga varía de un momento a otro.
- **Servicio Intermitente:** Los tiempos de trabajo están separados por tiempos de reposo. Factor de marcha es la relación entre el tiempo de trabajo y la duración total del ciclo de trabajo.
- **Servicio Unihorario:** La máquina está una hora en marcha a un régimen constante superior al continuo, pero no llega a alcanzar la temperatura que ponga en peligro los materiales aislantes. La temperatura no llega a estabilizarse.

2.4.3.3 Rendimiento.

De manera general, se define como la relación entre la potencia útil y la potencia absorbida expresada en %

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} * 100$$

2.4.3.4 Máquinas eléctricas rotativas.

Muchos dispositivos pueden convertir energía eléctrica a mecánica y viceversa. La estructura de estos dispositivos puede ser diferente, dependiendo de las funciones que realicen. Algunos dispositivos son usados para conversión continua de energía, y son conocidos como motores y generadores. Otros dispositivos pueden ser: actuadores, tales como solenoides, relés y electromagnetos. Todos ellos son física y estructuralmente diferentes, pero operan con principios similares. Un dispositivo electromecánico de conversión de energía es esencialmente un medio de transferencia entre un lado de entrada y uno de salida, como lo muestra la fig. 1.1. En el caso de un motor, la entrada es la energía eléctrica, suministrada por una fuente de poder y la salida es energía mecánica enviada a la carga, la cual puede ser una bomba, ventilador, etc.

El generador eléctrico convierte la energía mecánica por una máquina prima (turbina) a energía eléctrica en el lado de la salida. La mayoría de estos dispositivos pueden funcionar, tanto como motor, como generador.

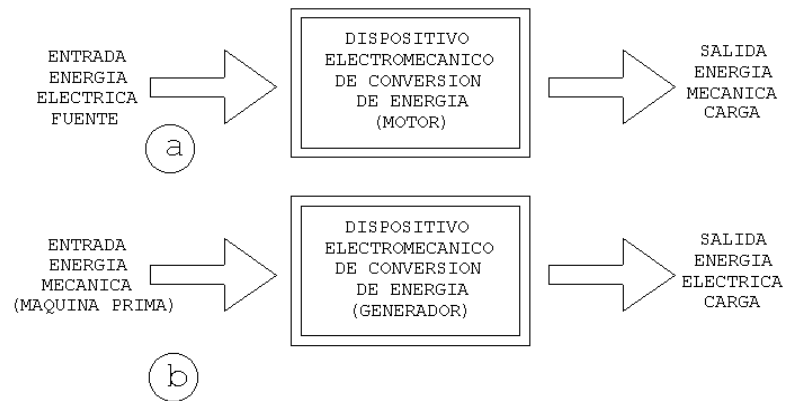


Figura II- 15. Diagrama de bloques de dispositivos electromecánicos de conversión de energía, (a) motor, (b) generador

Fuente: Manual de Motores Weg– www.weg.com

2.4.3.5 Flujos de potencia y pérdidas:

Un sistema electromecánico de conversión tiene tres partes esenciales:

- **Un Sistema Eléctrico.**
- **Un Sistema Mecánico.**
- **Un Campo que los une.**

Las pérdidas las podemos clasificar dentro de las siguientes categorías:

- **Pérdidas en el cobre de los devanados (rotor y estator):** Las pérdidas en el cobre de una máquina son las pérdidas por calentamiento debido a la resistencia de los conductores del rotor y del estator:

$$P=I^2R.$$

- **Pérdidas en el núcleo:** Las pérdidas del núcleo se deben a la histéresis y a las corrientes parásitas. Con frecuencia a estas pérdidas se les conoce como pérdidas de vacío o pérdidas rotacionales de una máquina. En vacío, toda la potencia que entra a la máquina se convierte en estas pérdidas.
- **Pérdidas mecánicas:** Las pérdidas mecánicas se deben a la fricción de los rodamientos y con el aire.
- **Pérdidas adicionales:** Las pérdidas adicionales son todas aquellas pérdidas que no se pueden clasificar en ninguna de las categorías descritas arriba. Por convención, se asume que son iguales al 1% de salida de la máquina.

La eficiencia de una máquina es una relación entre su potencia útil de salida y su potencia total de entrada:

$$E = (P_{sal}/P_{ent})100.$$

2.4.3.6 Panorámica sobre el uso de las máquinas eléctricas rotativas.

Como se ha expuesto anteriormente, con estos dispositivos electromecánicos de conversión, podemos transformar energía en ambos sentidos (MECANICA-ELECTRICA). Esto ha sido aprovechado por el hombre para construir sus sistemas generadores, transmisores y consumidores de potencia, los cuales

son la base del desarrollo y actividad mundial. La figura 1.2 muestra a grandes rasgos un sistema de estos.

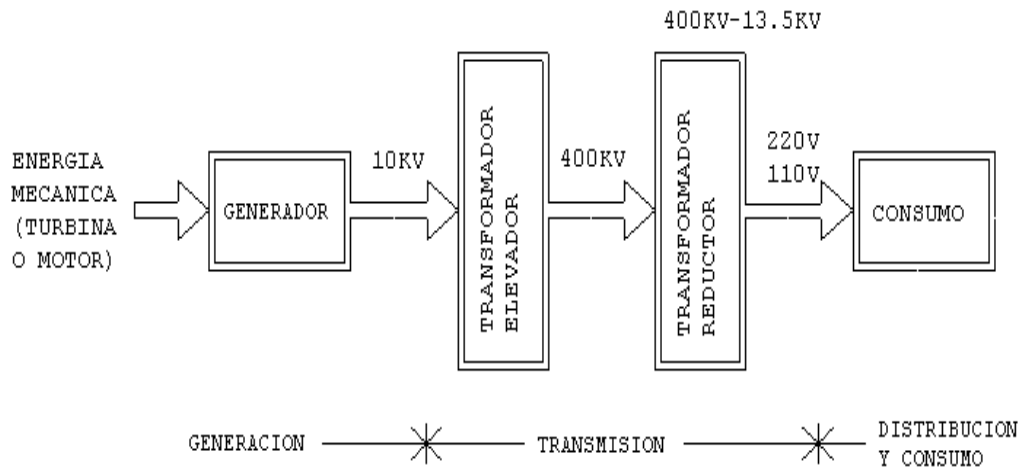


Figura II- 16. Sistema de generación, transmisión, distribución, y consumo de energía.

Fuente: Manual de Motores Weg– www.weg.com

En la Fig.II.16 apreciamos que se utiliza una fuente de energía mecánica para mover el generador eléctrico. Esta fuente de energía mecánica puede ser la turbina de una hidroeléctrica o estar movida por el vapor de agua de una caldera o reactor nuclear; también podemos quemar combustible fósil en un motor de combustión interna.

El generador produce típicamente un nivel de 10 KV con grandes corrientes. Aquí termina la parte de "generación". 10 KV no es el nivel de voltaje adecuado para transmitir la energía eléctrica a grandes distancias, ya que las corrientes en las líneas serían muy grandes y las pérdidas I^2R serían altísimas; por eso se eleva el voltaje a 400 KV y se reducen en 40 veces las corrientes, con lo que las pérdidas I^2R disminuyen 1600 veces y el requerimiento del calibre del cable baja.

Al llegar a los centros de consumo (ciudades, corredores industriales, etc.), debemos reducir el nivel de voltaje a valores más seguros para la población (típicamente 13.5 KV). La distribución es el paso anterior al consumo. Finalmente, la energía llega al hogar, industria, etc., con un nivel seguro de 110 V, 220 V, donde es consumida en iluminación, refrigeración, calefacción, motores, etc. Aquí cabe también dar mérito al transformador por su participación en el sistema, la cual eleva la eficiencia de dicho sistema, evitando pérdidas y aumentando la seguridad en el manejo de la energía.

2.4.3.7 Conversión Electromagnética.

Como vimos anteriormente, el intermediario entre la energía mecánica-eléctrica y viceversa resulta de los dos siguientes fenómenos electromagnéticos:

- Cuando un conductor se mueve dentro de un campo magnético, existe un voltaje inducido en el inductor (conductor).
- Cuando un conductor con corriente es colocado en un campo magnético, el conductor experimenta fuerza mecánica.

Esos dos efectos ocurren simultáneamente donde la conversión de energía se lleva a cabo. En acción motora, el sistema eléctrico hace fluir una corriente a través de conductores localizados en un campo magnético. Una fuerza es producida en cada conductor. Si el conductor tiene la posibilidad de rotar libremente, le será proporcionado un torque que tenderá a hacerlo rotar. Si los conductores giran en un campo magnético, un voltaje será inducido en cada conductor.

En la acción generadora, el proceso es al revés: la estructura giratoria (rotor) es movida por una máquina prima externa, entonces, un voltaje se inducirá en los conductores. Si una carga eléctrica es conectada a ellos, una corriente "I" fluirá, entregando energía a la carga. Sin embargo, la corriente fluyendo a través del conductor interactuará con el campo magnético que producirá un torque de reacción, que tenderá a oponerse al torque aplicado por la máquina prima.

Note que en ambas acciones generadoras y motoras, el campo magnético acoplador está relacionado con la producción del torque y del voltaje inducido.

- **Voltaje Inducido (e)**

Una expresión puede ser derivada para el voltaje inducido en un conductor moviéndose en un campo magnético (fig.II.17). Si un conductor de longitud "l" se mueve en una línea con velocidad "v" en un campo magnético "B". El voltaje inducido en el conductor es:

$$e = l \int (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \quad (2.4)$$

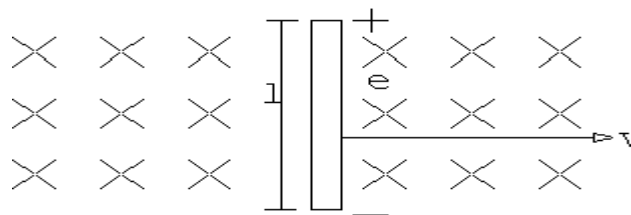


Figura II- 17. Conductor moviéndose en un campo magnético.

donde B, l y v son mutuamente perpendiculares.

Fuente: Manual de Motores Weg– www.weg.com

- **Fuerza electromagnética (f)**

Para el conductor con corriente mostrado en la Fig.II.18, la fuerza (conocida como fuerza de Lorentz) producida por el conductor es:

$$F = I \int (v \times B)$$

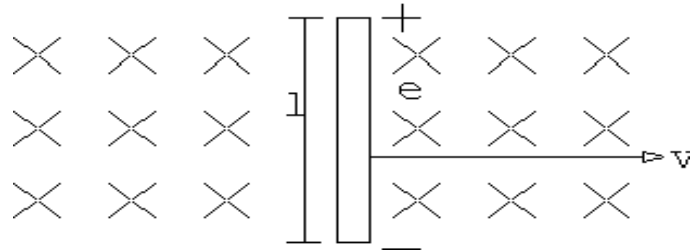


Figura II- 18. Conductor con corriente moviéndose en un campo magnético.

donde B, I, i son mutuamente perpendiculares.

Fuente: Manual de Motores Weg– www.weg.com

2.4.3.8 Máquina rotativa elemental.

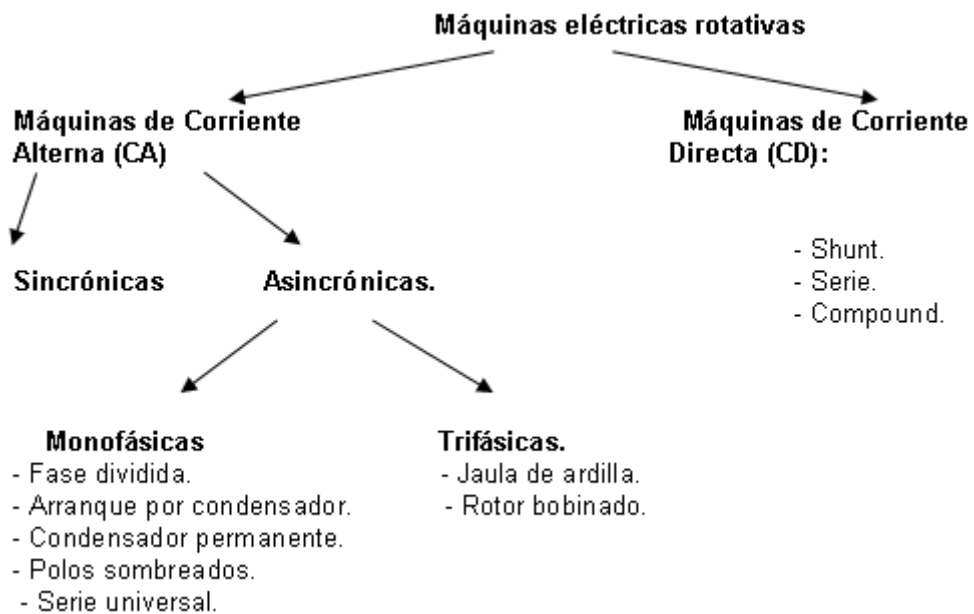


Figura II- 19. Clasificación de las Máquinas Eléctricas Rotativas

Fuente: Manual de Motores Weg– www.weg.com

La estructura de una máquina eléctrica tiene dos componentes principales: estator y rotor, separados por un entrehierro.

- **Estator.**

El estator es el elemento que opera como base, permitiendo que desde ese punto se lleve a cabo la rotación de la máquina. El estator no se mueve mecánicamente, pero sí magnéticamente. Existen dos tipos de estatores:

- Estator de polos salientes.
- Estator rasurado.

El estator está constituido principalmente de un conjunto de láminas de acero al silicio (y se les llama “paquete”), que tienen la habilidad de permitir que pase a través de ellas el flujo magnético con facilidad; la parte metálica del estator y los devanados proveen los polos magnéticos.

Los polos de una máquina siempre son pares (pueden ser 2, 4, 6, 8, 10, etc.), por ello el mínimo de polos que puede tener un motor para funcionar es dos (un norte y un sur).

- **Rotor.**

El rotor es el elemento de transferencia mecánica, ya que de él depende la conversión de energía. Los rotores, son un conjunto de láminas de acero al silicio que forman un paquete, y pueden ser básicamente de tres tipos:

- Rotor Ranurado
- Rotor de polos salientes
- Rotor jaula de ardilla

2.4.3.9 Carcasa

La carcasa es la parte que protege y cubre al estator y al rotor, el material empleado para su fabricación depende del tipo de máquina, de su diseño y su aplicación. Así pues, la carcasa puede ser:

- Totalmente Cerrada
- Abierta
- A prueba de goteo
- A prueba de explosiones
- De tipo sumergible

2.4.3.10 Base

La base es el elemento en donde se soporta toda la fuerza mecánica de operación de la máquina, puede ser de dos tipos:

- Base frontal
- Base lateral

2.4.3.11 Caja de conexiones

Por lo general, en la mayoría de los casos las máquinas eléctricas cuentan con caja de conexiones. La caja de conexiones es un elemento que protege a los conductores que alimentan al motor, resguardándolos de la operación mecánica del mismo, y contra cualquier elemento que pudiera dañarlos.

2.4.3.12 Tapas

Son los elementos que van a sostener en la gran mayoría de los casos a los cojinetes o rodamientos que soportan la acción del rotor.

2.4.3.13 Cojinetes

También conocidos como rodamientos, contribuyen a la óptima operación de las partes giratorias de la máquina. Se utilizan para sostener y fijar ejes mecánicos, y para reducir la fricción, lo que contribuye a lograr que se consuma menos potencia. Los cojinetes pueden dividirse en dos clases generales:

- a) **Cojinetes de deslizamiento.** Operan el base al principio de la película de aceite, esto es, que existe una delgada capa de lubricante entre la barra del eje y la superficie de apoyo.
- b) **Cojinetes de rodamiento.** Se utilizan con preferencia en vez de los cojinetes de deslizamiento por varias razones:
 - Tienen un menor coeficiente de fricción, especialmente en el arranque.
 - Son compactos en su diseño
 - Tienen una alta precisión de operación.
 - No se desgastan tanto como los cojinetes de tipo deslizante.
 - Se remplazan fácilmente debido a sus tamaños estándares

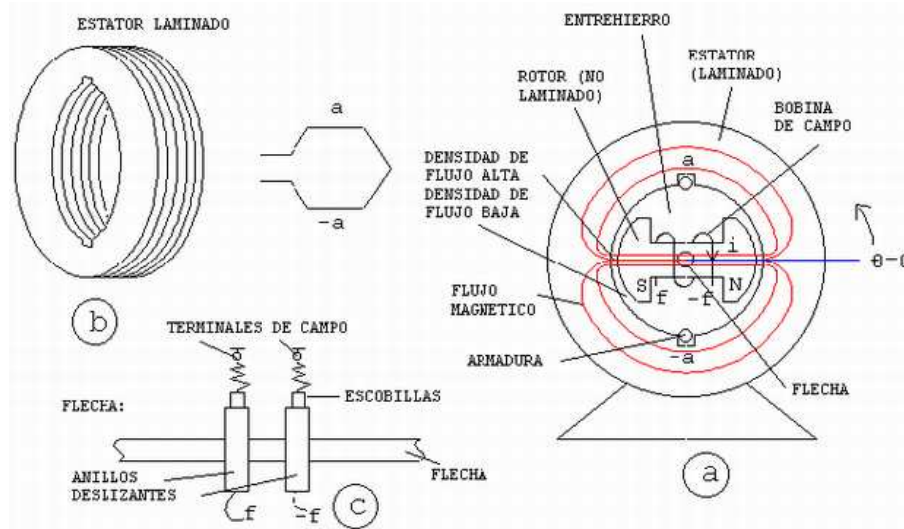


Figura II- 20. (a) Estructura de una máquina sincrónica. (b) Estator laminado. (c) Detalle de la flecha.

Fuente: Manual de Motores Weg– www.weg.com

2.4.3.14 Motor Eléctrico

El motor eléctrico es la máquina más utilizada para transformar energía eléctrica en energía mecánica, pues combina las ventajas de la utilización de energía eléctrica (bajo costo, facilidad de transporte, limpieza y simplicidad de comando) con su construcción simple y robusta a bajos costos con gran versatilidad de adaptación a los más variados tipos de cargas.



Figura II- 21. Motor Eléctrico

Fuente: Manual de Motores Weg– www.weg.com

Motor CC (Corriente continua)	Los motores de corriente continua son motores con costo más elevado pues necesitan de una fuente de corriente continua, o de un dispositivo que convierta la corriente alterna en corriente continua. Este motor es aplicado en casos especiales.
Motor CA (Corriente alternada)	Los motores de corriente alterna son los más utilizados, porque la distribución de energía eléctrica es hecha en corriente alterna.

Tabla II- V. Clasificación de los Motores

Fuente: Manual de Motores Weg– www.weg.com

Los motores de Corriente alterna, por su vez, pueden ser sincrónicos o asincrónicos.

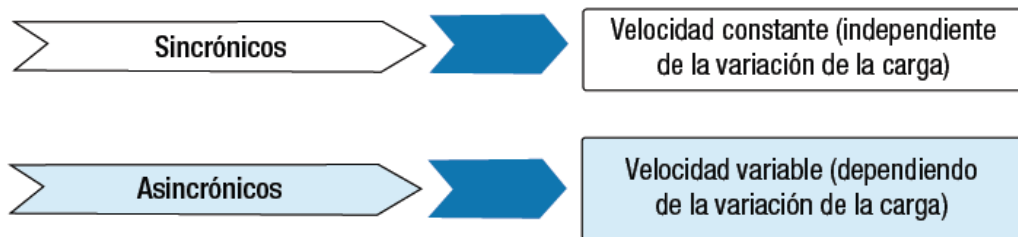


Figura II- 22. Tipos de Motores de Corriente Alterna

Fuente: Manual de Motores Weg– www.weg.com

Entre los motores de corriente alterna, vamos a estudiar el MOTOR ASINCRÓNICO DE INDUCCIÓN, trifásico o monofásico, lo más utilizado.

Para hablar sobre los motores eléctricos asincrónicos trifásicos y monofásicos es importante considerar los criterios más utilizados para seleccionar el motor eléctrico más adecuado para la aplicación deseada.

- **Potencia**

Es la fuerza que el motor genera para mover la carga en una determinada velocidad. Esta fuerza es medida en HP (HorsePower), cv (caballo vapor) o en kW (Kilowatt)

Comentario: HP y cv son unidades diferentes de kW.

De	Multiplique por	Para obtener
HP y cv	0,736	kW
kW	1,341	HP y cv

Figura II- 23. Conversión de Unidades de Potencia

Fuente: Manual de Motores Weg– www.weg.com

Para convertir los valores de unidades de potencia, usted puede usar las formulas abajo:

Ejemplo: Dado un motor de 5 HP, transforme para kW:

$$5 \text{ HP} \times 0,736 = 3,68 \text{ kW}$$

Nota: La potencia especificada en la placa de identificación del motor, indica la potencia mecánica disponible en la punta del eje.

Para obtener la potencia eléctrica consumida por el motor (kW.h), se divide la potencia en kW por su eficiencia (η).

Ejemplo:

$$\eta = 84,5\% \text{ (Dato de placa para motor de 5 HP)}$$

$$P \text{ (kW/h)} = \frac{3,68}{0,845} = 4,35 \text{ kW/h}$$

- **Rotación**

Es el número de giros que el eje desarrolla por unidad de tiempo.

La rotación normalmente es expresada en RPM (rotaciones por minuto). Para las frecuencias de 50 Hz y 60 Hz, tenemos:

Motor	Rotación sincrónica	
	60 Hz	50 Hz
2 polos	3.600 rpm	3.000 rpm
4 polos	1.800 rpm	1.500 rpm
6 polos	1.200 rpm	1.000 rpm
8 polos	900 rpm	750 rpm

Tabla II- VI. Tabla de Rotación Sincrónica

Fuente: Manual de Motores Weg– www.weg.com

Los motores de 2 y 4 polos son los más vendidos en el mercado.

Deslizamiento: El concepto de deslizamiento es usado para describir la diferencia entre la rotación sincrónica y la rotación efectiva en la punta del eje del motor. Factores como la carga o inclusive la variación de la tensión de la red de alimentación, pueden influenciar en la rotación del motor.

- **Tensión**

- ✓ **Monofásica:** Es la tensión medida entre fase y neutro. El motor monofásico normalmente está preparado para ser conectado en la red de 110 V o 220 V. Sin embargo, hay sitios donde la tensión monofásica

puede ser 115 V, 230 V o 254 V. En estos casos debe ser aplicado un motor específico para estas tensiones.

- ✓ **Trifásica:** Es la tensión medida entre fases. Son los motores más utilizados, pues los motores monofásicos tienen limitación de potencia, y además de esto suministran rendimientos y pares menores, lo que aumenta su costo operacional.

Las tensiones trifásicas más utilizadas son 220 V, 380 V y 440 V.

- **Corriente**

La corriente eléctrica [I], es la rapidez del flujo de carga [Q] que pasa por un punto dado [P] en un conductor eléctrico en un tiempo [t] determinado.

Donde:

I	=	Corriente eléctrica
Q	=	Flujo de carga que pasa por el punto P
t	=	Tiempo

La unidad de corriente eléctrica es el ampere. Un ampere [A] representa un flujo de carga con la rapidez de un coulomb por segundo, al pasar por cualquier punto.

Las máquinas eléctricas esgrimen distintos tipos de corriente, que fundamentalmente son: corriente nominal, corriente de vacío, corriente de arranque y corriente a rotor bloqueado.

- **Corriente nominal**

En una máquina, el valor de la corriente nominal es la cantidad de corriente que consumirá en condiciones normales de operación.

- **Corriente de vacío**

Es la corriente que consumirá la máquina cuando no se encuentre operando con carga y es aproximadamente del 20% al 30% de su corriente nominal.

- **Corriente de arranque**

Todos los motores eléctricos para operar consumen un excedente de corriente, mayor que su corriente nominal, que es aproximadamente de dos a ocho veces superior.

- **Corriente a rotor bloqueado**

Es la corriente máxima que soportara la máquina cuando su rotor esté totalmente detenido.

2.5 ACTUADORES HIDRAULICOS

2.5.1 Definición de actuador hidráulico

Estos actuadores se basan, para su funcionamiento, en la presión ejercida por un líquido, generalmente un tipo de aceite. Las maquinas que normalmente se encuentran conformadas por actuadores hidráulicos tienen mayor velocidad y

mayor resistencia mecánica y son de gran tamaño, por ello, son usados para aplicaciones donde requieran de una carga pesada.

Cualquier tipo de sistema hidráulico se encuentra sellado herméticamente a modo que no permita, de ninguna manera, derramar el líquido que contiene, de lo contrario se corre un gran riesgo. Los actuadores hidráulicos requieren demasiado equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico.

2.5.2 Ventajas de los actuadores hidráulicos

Las ventajas que presentan los actuadores de esta naturaleza son:

- Altos índices entre potencia y carga.
- Mayor exactitud.
- Respuesta de mayor frecuencia.
- Desempeño suave a bajas velocidades.
- Amplio rango de velocidad.
- Produce más fuerza que un sistema neumático de mismo tamaño

2.5.3 Desventajas de los actuadores hidráulicos

Las desventajas que presentan los actuadores de esta naturaleza son:

- Las desventajas de este sistema son que debido a las elevadas presiones a las que se trabajan propician la existencia de fugas de aceite a lo largo de la instalación.

- Además, estas instalaciones suelen ser más complicadas que las necesarias para actuadores neumáticos y mucho más que para los eléctricos, necesitando de equipos de:
 - Filtrado de partículas.
 - Eliminación de aire.
 - Sistemas de refrigeración.
 - Unidades de control de distribución.

2.5.4 Tipos de Cilindros Hidráulicos

De acuerdo con su función podemos clasificar a los cilindros hidráulicos en 2 tipos: de **Efecto simple y de acción doble**. En el primer tipo se utiliza fuerza hidráulica para empujar y una fuerza externa, diferente, para contraer. El segundo tipo se emplea la fuerza hidráulica para efectuar ambas acciones. El control de dirección se lleva a cabo mediante un solenoide que se muestra a continuación

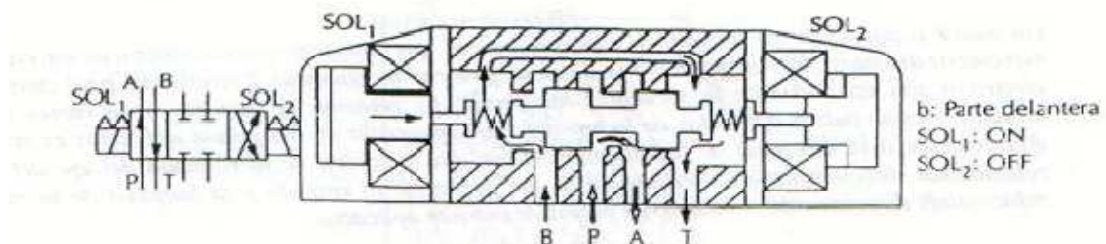


Figura II- 24. Constitución Interna Cilindro Hidráulico

Fuente: <http://www.uhu.es>

En el interior poseen un resorte que cambia su constante elástica con el paso de la corriente. Es decir, si circula corriente por el pistón eléctrico este puede ser extendido fácilmente.

2.5.4.1 Cilindro de Presión Dinámica

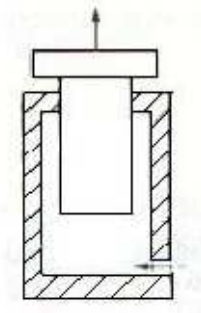


Figura II- 25. Cilindro de Presión Dinámica

Fuente:<http://www.uhu.es>

Lleva la carga en la base del cilindro. Los costos de fabricación por lo general son bajos ya que no hay partes que resbalen dentro del cilindro.

2.5.4.2 Cilindro de Efecto simple.

La diferencia entre los cilindros de simple efecto y los cilindros de doble efecto, es que los primeros solamente pueden realizar un trabajo en la carrera producida por la acción del aire comprimido, la carrera de retorno se realiza de forma externa al propio cilindro, ya sea aplicándole una fuerza o un resorte.

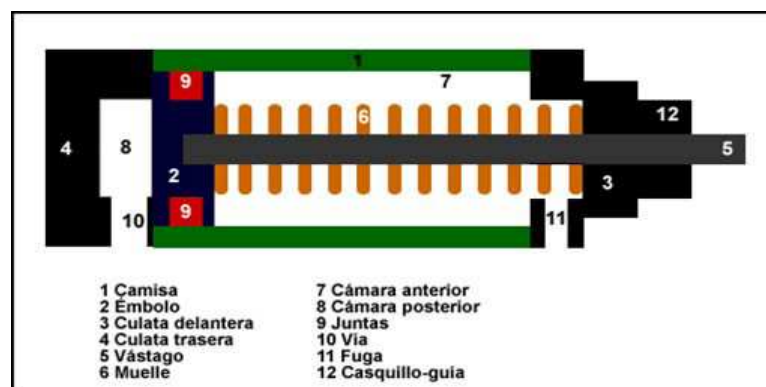


Figura II- 26. Partes de un Cilindro de Efecto Simple

Fuente:<http://www.uhu.es>

El dibujo solo representa a uno de tantos cilindros simples existentes en el mercado. No debemos confundir las carreras del vástago. Es decir, existen dos carreras, una de entrada y otra de salida del vástago, pero el aire comprimido puede actuar tanto en la carrera de entrada como en la carrera de salida, en un cilindro simple, nunca lo hará en las dos carreras.

La explicación del cilindro representado aquí es de fácil comprensión:

Cuando insertamos aire comprimido por la vía (10), se llena de aire la cámara posterior (8), el muelle se contrae (6) expulsando el aire atmosférico por el orificio de fuga (11) y desplazando el vástago o pistón (5). Cuando desconectamos la vía (10) del aire comprimido y lo conectamos con el aire atmosférico, se llena de aire atmosférico la cámara anterior (7) por el orificio de fuga (11), se expande el muelle (6) provocando el retorno del vástago o pistón (5).

Existen ventajas y desventajas en el uso de este cilindro, por este motivo es aconsejable conocerlo. Por una parte, si lo comparamos con otro cilindro de doble efecto que disponga de las mismas características, su consumo es de la mitad. Pero por otra parte, al tener un muelle en su interior, el vástago no puede realizar recorridos superiores a los 110 mm. Hay que tener en cuenta, que cuanto más recorrido más fuerza debe ejercer el muelle. Entre los cilindros de simple efecto destacan los telescópicos (tienen más carrera) y los de membrana (no tienen rozamientos).

2.5.4.3 Cilindro de Efecto doble.

La diferencia entre el cilindro de doble efecto y el de simple efecto, es que en los primeros, las dos carreras del vástago sí que están directamente influenciadas por la acción directa del aire comprimido.

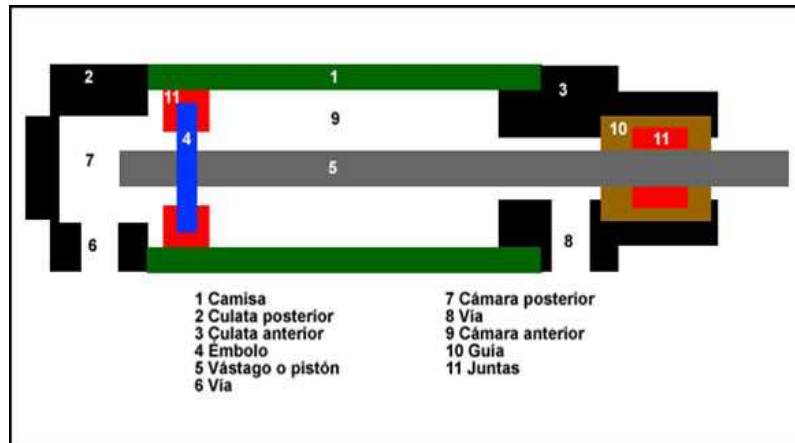


Figura II- 27. Partes de un Cilindro Efecto Doble

Fuente:<http://www.uhu.es>

En el dibujo tenemos un cilindro de doble efecto. El funcionamiento es de fácil comprensión:

Cuando disponemos de la vía (6) con entrada de aire comprimido y la vía (8) como escape o fuga, el vástago (5) realiza la carrera de avance. Cuando disponemos de la vía (8) de entrada de aire comprimido y la vía (6) como escape o fuga, el vástago (5) realiza la carrera de retroceso. La guía (10), se utiliza para evitar el movimiento llamado pandeo, es algo así como la oscilación que puede sufrir el vástago en su desplazamiento. Las juntas (11) tienen dos misiones, una la de evitar la fuga de aire, y otra, la de evitar la entrada de suciedad en la cámara anterior (9) por el retroceso del vástago.

2.5.4.4 Cilindro telescópico.

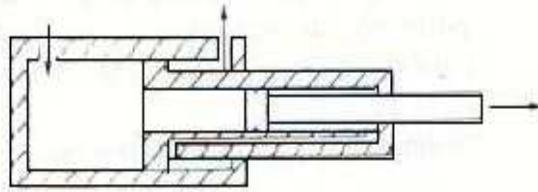


Figura II- 28. Cilindro Telescópico

Fuente:<http://www.uhu.es>

La barra de tipo tubo multietápico es empujada sucesivamente conforme se va aplicando al cilindro aceite a presión. Se puede lograr una carrera relativamente en comparación con la longitud del cilindro.

2.6 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LOS CIRCUITOS DE CONTROL ELECTRICO.

2.6.1 Introducción.

La energía eléctrica ha hecho posible el mundo moderno como lo conocemos hoy día, el ser humano la usa para su beneficio casi sin percatarse de su presencia en nuestros hogares, sitios de trabajo, lugares de recreación, etcétera. Sólo cuando por alguna razón falla el suministro de electricidad, aunque sea brevemente, se percata su impacto en nuestras vidas.

Desde los inicios de la industrialización de la electricidad se tiene muy presente el silencioso peligro que se corre al manipular energía eléctrica, esta tarea se reserva a personal bien entrenado. Desde el comienzo siempre se buscó que el

usuario de los equipos eléctricos lo hiciese de manera segura y sin mayor riesgo para su vida o salud, esa misión siempre ha estado en constante desarrollo e innovación, obteniéndose cada vez productos tecnológicos que permiten manipular la energía eléctrica no solo de manera segura, sino además efectiva y eficiente. El uso de energía eléctrica ha permitido la automatización de múltiples actividades humanas; en el hogar, la industria, en los comercios, etcétera.

Se han desarrollado infinidad de equipos, elementos y sistemas de automatización, que han redundado en una mayor calidad de vida, mejores condiciones de trabajo, mayor productividad y muchos otros beneficios para las personas que poseen los servicios de energía eléctrica.

En este capítulo se estudiarán un conjunto de sistemas conocidos como controles eléctricos los cuales tienen aplicación fundamental en la industria y el comercio, sin embargo, sus principios se extienden a otras aplicaciones como en el hogar y la recreación. Se definirá lo que se conoce como control eléctrico, se estudiarán sus principales componentes, se definirá la simbología de los componentes bajo las principales normas internacionales, se definirán y estudiarán los principales esquemas utilizados para la representación de los sistemas de control eléctrico.

2.6.2 Definición de Control Eléctrico

Un dispositivo o grupo de dispositivos que sirve para gobernar, de alguna manera predeterminada, la energía eléctrica suministrada a los aparatos a los cuales está conectado.

Muy a menudo un sistema de control que actúe de la manera descrita anteriormente recibe el nombre de control: todo o nada, prendido o apagado, on – off, abierto o cerrado, 1 – 0, etc. Los elementos que conforman un sistema de control eléctrico se pueden clasificar de acuerdo a la función que desempeñan. Se definen las siguientes funciones dentro del sistema de control eléctrico:

- Maniobras.
- Mando manual.
- Mando auxiliar o automático.
- Señalización.
- Protección.

Para la ejecución de cada una de estas funciones existen elementos especializados; entonces dentro del sistema de control eléctrico tenemos: Elementos de maniobras, elementos de mando, elementos auxiliares de mando, elementos de señalización y elementos de protección.

2.6.3 Elementos de Maniobras.

En los circuitos de control eléctrico la función de maniobras consiste en energizar o desenergizar los equipos de potencia del sistema; tales como

motores eléctricos, cargas de alumbrado, calentadores, etc. Elementos de maniobras son todos aquellos aparatos que permiten el paso o la interrupción de la corriente de la red a una carga eléctrica.

Los elementos de maniobras pueden agruparse de la siguiente manera:

- Elementos de maniobras manuales.
- Elementos de maniobras automáticos.
- Aparatos de protección.

A continuación detallaremos cada uno de estos elementos.

2.6.3.1 Elementos de Maniobras Manuales.

Son aparatos que requieren la acción de un operador para ejecutar la operación de energización o desenergización de una carga o equipo eléctrico. Estos dispositivos pueden tener poder de corte o no.

El poder de corte se refiere a la capacidad que posee el aparato para interrumpir una corriente o para conectar una carga.

La capacidad de corte se expresa por lo general en amperios o Kilo-amperios. Los principales elementos de maniobras manuales usados en controles eléctricos son los siguientes:

- Interruptores.
- Pulsadores.

- Seccionadores.

A continuación se estudian brevemente cada uno de estos elementos.

2.6.3.1.1 Interruptores

De acuerdo con la norma IEC 60947-1, los interruptores son aparatos con cierto poder de corte para abrir y/o cerrar circuitos bajo carga normal y circunstancialmente en condiciones de sobrecarga no las interrumpe. Puede soportar cierto tiempo las condiciones anormales de corriente durante un cortocircuito pero se construyen diferentes modelos de interruptores; basculantes (apagadores), rotativos, de cuchillas, etc.

Sus principales características técnicas son las siguientes:

- ✓ Tensión nominal.
- ✓ Número de polos.
- ✓ Corriente nominal.
- ✓ Capacidad de interrupción.
- ✓ Sistema constructivo.

En la figura 1.2 se muestra un diagrama para el accionamiento de un motor a través de un interruptor trifásico manual. La red trifásica se conecta al motor a través de un grupo de fusibles y un interruptor. El interruptor se encarga de conectar y desconectar al motor. En la figura 1.3 se muestra el símbolo usado para representar un interruptor de acuerdo con las normas IEC 60617.

2.6.3.1.2 Pulsadores.

Son aparatos de maniobra con cierto poder de corte. Se diferencian de los interruptores porque cierran o abren circuitos mientras actúa sobre ellos una fuerza externa (del operador o usuario) en el mecanismo de accionamiento, el dispositivo retoma su posición de reposo una vez que cesa la fuerza aplicada. El más familiar de estos aparatos son los usados en las bocinas de automóviles y timbres residenciales.

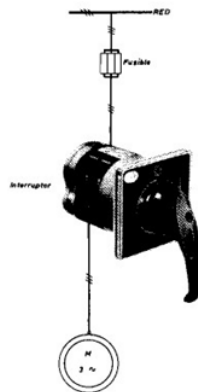


Figura II- 29. Conexión de un motor a través de un interruptor

Fuente:<http://www.uhu.es>

Las características eléctricas principales son similares a las reseñadas para los interruptores manuales. En los circuitos de control eléctrico son usados más a menudo como elementos de mando, que como elementos de maniobras.

En la figura II.30 se muestran varios grupos de pulsadores. En la figura II.31 se muestran símbolos de pulsadores accionados por diferentes mecanismos.



Figura II- 30. Pulsadores típicos.

Fuente:Telemecanique

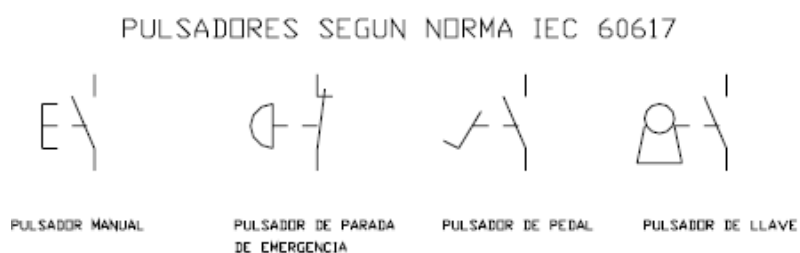


Figura II- 31. Símbolos Pulsadores

Fuente:Telemecanique

2.6.3.1.3 Seccionadores.

Según la norma IEC 60947-1, los seccionadores son aparatos de maniobras sin poder de corte capaces de abrir y/o cerrar circuitos cuando están sin carga o cuando es despreciable la corriente a interrumpir o establecer.

En la figura II.32 se muestran seccionadores tripolares típicos usados en controles eléctricos.

Las principales características técnicas de los seccionadores son las siguientes:

- ✓ Tensión nominal.
- ✓ Número de polos.
- ✓ Corriente nominal.
- ✓ Sistema constructivo.
- ✓ Si alojan o no fusibles.

En la figura II.33 se muestran símbolos normalizados por la IEC para seccionadores en diferentes formas constructivas.

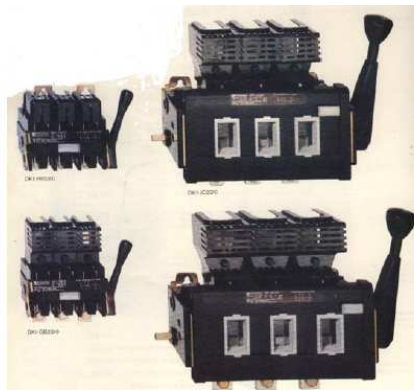


Figura II- 32. Seccionadores Típicos

Fuente:Telemecanique

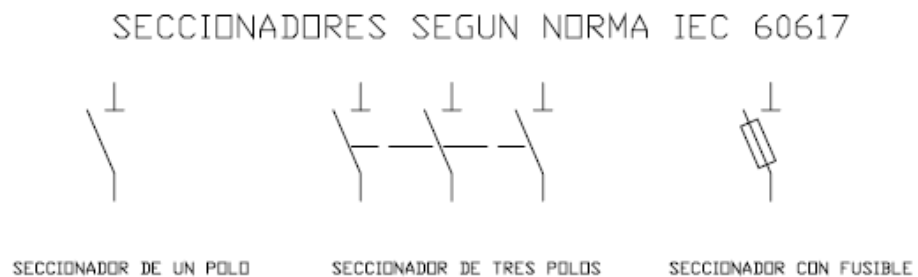


Figura II- 33. Símbolos de Seccionadores

Fuente: Telemecanique

2.6.3.2 Elementos de Maniobras Automáticos.

Son dispositivos diseñados para abrir y/o cerrar circuitos en función de las magnitudes que alcanzan ciertas variables físicas tales como: corriente, voltaje, frecuencia, temperatura, presión, espacio, tiempo, etcétera.

Los más importantes son los interruptores automáticos o disyuntores; que son aparatos de conexión - desconexión de circuitos; capaces de establecer, soportar e interrumpir corrientes bajo condiciones normales del circuito, así como establecer, soportar durante un tiempo determinado e interrumpir corrientes de cortocircuito.

El disyuntor puede actuar por sobrecargas, cortocircuitos, sobre voltaje o por bajos voltajes.

Al producirse cualquiera de estas anomalías desconectan automáticamente la fuente de alimentación del circuito. Para volver a recuperar el circuito se procede a una acción de rearme manual.

Uno de los interruptores automáticos más usado es el breaker, el cual protege los circuitos ramales y alimentadores de instalaciones eléctricas. Sus principales características técnicas son las siguientes:

- ✓ Tensión nominal.
- ✓ Número de polos.
- ✓ Corriente nominal.
- ✓ Capacidad de interrupción.

- ✓ Sistema constructivo.
- ✓ Variables físicas que lo accionan.

Los contactores también pueden ser agrupados dentro de los aparatos automáticos de maniobras. Estos se estudiarán con detalle más adelante. En la figura 1.8 se muestra un grupo de aparatos automáticos de maniobras usados de manera común en circuitos de control eléctrico.

En la figura 1.9 se muestran algunos símbolos usados para representar elementos de maniobras automáticos, de acuerdo con la norma

IEC-60617. Como se verá mas adelante la representación de los contactores se hace mediante otros símbolos.

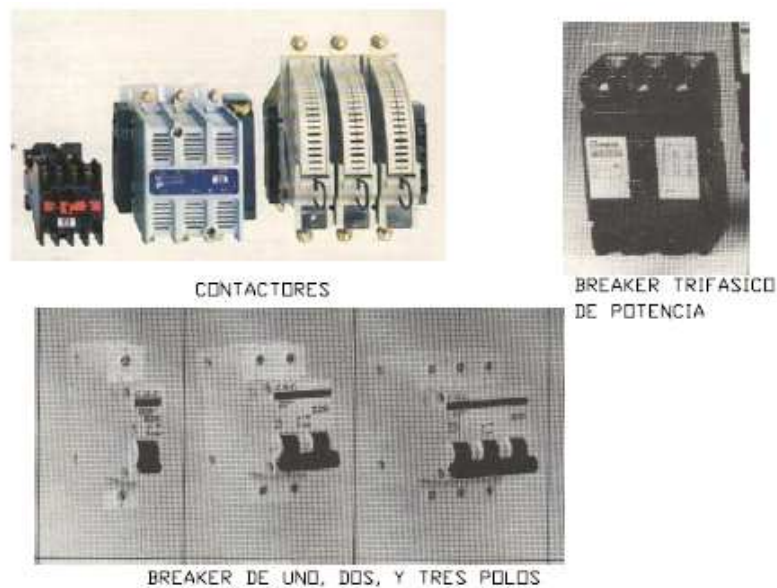


Figura II- 34. Elementos de Maniobra Automáticos

Fuente:Telemecanique

INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS SEGUN
NORMA IEC 60617

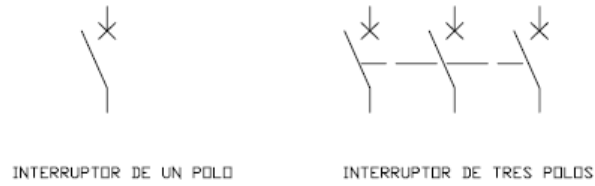


Figura II- 35. Símbolos de Interruptores Automáticos

Fuente:Telemecanique

2.6.3.3 Aparatos de Protección.

Son dispositivos destinados a interrumpir la alimentación del circuito cuando se presenta una irregularidad en su funcionamiento, particularmente sobrecargas y cortocircuitos.

Dentro de esta categoría se ubican dos elementos particulares:

- ✓ Fusibles.
- ✓ Aparatos de protección automáticos.

2.6.3.3.1 Fusibles.

Son conductores calibrados para permitir el paso de una determinada magnitud de corriente, de manera tal que al producirse una sobrecorriente el conductor se fundirá y desconecta la fuente de alimentación de la carga.

En los circuitos de control eléctrico se usan comúnmente los fusibles como elementos de protección contra cortocircuitos y no contra sobrecargas. Los fusibles se construyen de una gran diversidad de formas: tapones, bayonetas, cartuchos, cuchillas, alambre, etcétera. En la figura II.36 se muestra un grupo de fusibles típicos.

En la figura II.37 se muestra el símbolo usado para representar un fusible según la norma IEC.

2.6.3.3.2 Elementos de Protección Automáticos.

Son aparatos destinados a brindar protección contra sobrecargas y no contra cortocircuitos.

Se usan en combinación con los contactores para despejar los problemas de sobrecarga en el circuito. Los más utilizados son los relés térmicos, termomagnéticos y electromagnéticos, todos serán estudiados más adelante.



Figura II- 36. Fusibles Típicos

Fuente:Telemecanique

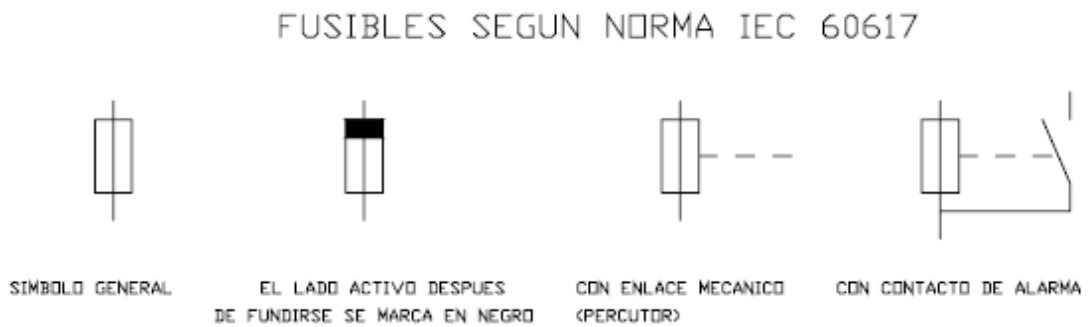


Figura II- 37. Símbolos de Fusibles

Fuente:Telemecanique

2.6.4 El Contactor.

El contactor es un aparato de maniobra automático con poder de corte, se usa para abrir y/o cerrar circuitos en carga o en vacío. Es definido también como un interruptor gobernado a distancia a través de su electroimán.

Es el corazón de los circuitos de control eléctrico; se encarga de las maniobras de potencia del sistema, conectando o interrumpiendo la energía que fluye hacia las máquinas o equipos sujetos a control.

En la figura II.38 se muestra un grupo de contactores de varios fabricantes importantes.

En la figura II.39 se muestra el símbolo usado para el contactor según la norma IEC.

2.6.4.1 Partes Fundamentales del Contactor.

Un contactor es una estructura muy simple; consta de las siguientes partes:

- ✓ Carcaza.
- ✓ Circuito electromagnético.
- ✓ Contactos.

En la figura II.40 se muestra un diagrama con los diferentes componentes del contactor. Se detallan a continuación cada una de las partes que componen el contactor.

2.6.4.1.1 Carcaza.

Es el órgano de sustentación de todos los demás componentes del contactor, se construye de material aislante (plásticos o baquelita).

El material de construcción debe ser capaz de soportar altas temperaturas y tener buena resistencia mecánica. En la figura 1. 12 se pueden apreciar diferentes tipos de carcazas que conforman el contactor.



Figura II- 38. Contactores Típicos

Fuente:Telemecanique

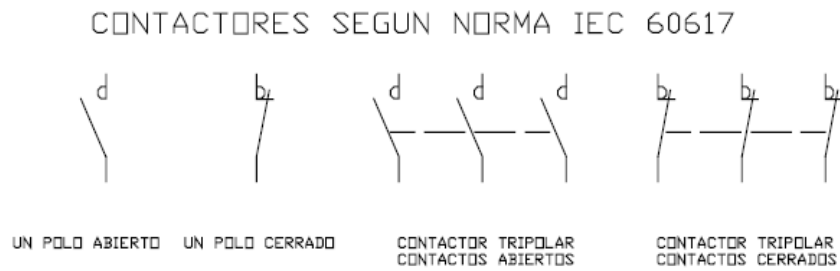


Figura II- 39. Simbología del Contactor

Fuente:Telemecanique

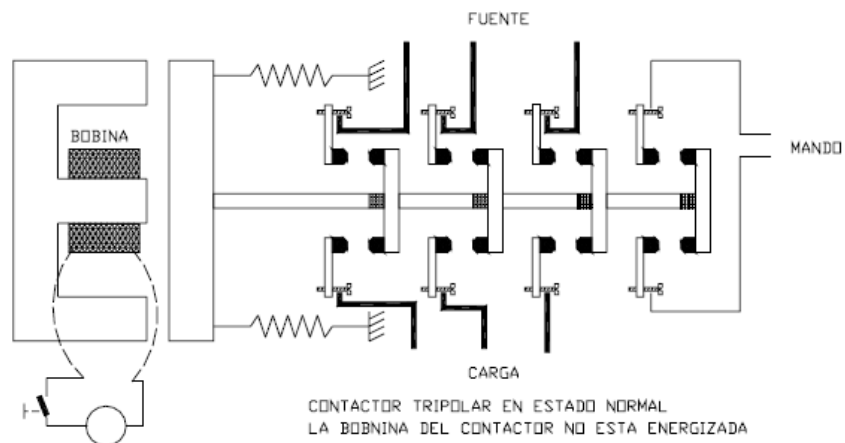


Figura II- 40. Elementos Básicos del Contactor

Fuente: Telemecanique

2.6.4.1.2 Circuito Electromagnético.

El circuito electromagnético no es más que el electroimán del contactor; es donde se crea un fuerte campo magnético que permite el accionamiento de los contactos del contactor. El circuito está constituido por los siguientes elementos:

- Bobina.
 - Núcleo.
 - Armadura.
-
- **BOBINA:** Es un arrollamiento de alambre conductor (generalmente de cobre), con un gran número de vueltas que se arrolla sobre una formaleta rectangular. Por los terminales de la bobina se conecta una fuente eléctrica y al circular una corriente por la bobina se genera un fuerte campo magnético que circula por el núcleo y la armadura del circuito.

La tensión de alimentación de la bobina puede ser de corriente alterna (AC) o continua (DC). La magnitud de la tensión aplicada es variada: 24, 48, 120, 220 voltios, etcétera. En la figura II.41 se muestra un grupo de bobinas para contactores. En la figura II.42 se muestran los símbolos utilizados para representar las bobinas de contactores, según la norma IEC.

- **NÚCLEO:** Es una estructura metálica conformada por láminas de hierro apiladas, por lo general tiene forma de E y va sujeta firmemente a la carcasa. Su función es concentrar el flujo magnético creado por la bobina.

En los contactores con bobinas de AC se agregan bobinas de sombra en el núcleo a fin de evitar el zumbido y las vibraciones.

- **ARMADURA:** Es un elemento similar al núcleo en cuanto a construcción, pero se diferencian en que la armadura es móvil, su finalidad es la de cerrar el circuito magnético cuando se energiza la bobina, ya que en estado de reposo está separada del núcleo. Sobre la armadura se adosan los contactos móviles, los cuales se mueven solidariamente con esta.

- **CONTACTOS.**

Son los elementos cuyo objetivo es cerrar o abrir los circuitos conectados al contactor. Un contacto está compuesto de dos partes fijas colocadas en la carcasa y una parte móvil ubicada en la armadura.

Los contactos del contactor deben soportar las corrientes de carga impuestas por los equipos a los cuales sirven, además, las corrientes de sobrecarga que pueden ocurrir en condiciones anormales de operación, o bajo condiciones de fallas por cortocircuitos. Los puntos de contacto deben resistir altas temperaturas y son construidos en aleaciones a base de: plata-cadmio, plata-níquel, plata-paladio, etc.



Figura II- 41. Bobinas para Contactores

Fuente:Telemecanique

En un contactor los contactos pueden clasificarse así:

De acuerdo con la función que tienen:

- Contactos principales.
- Contactos auxiliares.
- Contacto normalmente abierto.
- Contacto normalmente cerrado.

De acuerdo con el estado del contacto:

En la figura II.43 se muestra un esquema, donde se puede observar los contactos clasificados en las formas señaladas.

BOBINAS DE CONTACTORES SEGUN NORMA IEC 60617

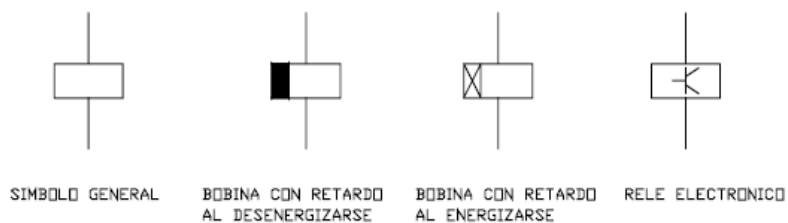


Figura II- 42. Símbolos de Bobinas de Contactores

Fuente:Telemecanique

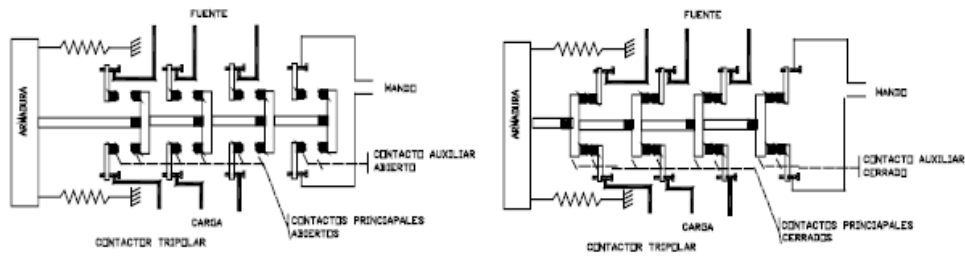


Figura II- 43. Esquema de Contactos en Contactores

Fuente: Telemecanique

- **CONTACTOS NORMALMENTE ABIERTOS (NA):** Son contactos que no presentan continuidad eléctrica en sus extremos cuando la bobina del contactor está desenergizada. Por lo tanto; cuando se energiza la bobina el contactor cierra estos contactos.
- **CONTACTOS NORMALMENTE CERRADOS (NC):** Son contactos que presentan continuidad eléctrica en sus extremos cuando la bobina del contactor está desenergizada.

Por lo tanto; cuando se energiza la bobina el contactor abre estos contactos. En la figura II.44 se muestran tres contactores con sus respectivos contactos principales y auxiliares:

El contactor A tiene tres principales normalmente abierto y dos auxiliares normalmente abiertos también.

Esto se denota de la siguiente manera:

3NA + 2NA.

Utilizando la misma notación el contactor B se denota:

3NC + 1NC + 1NA.

De igual forma el contactor C se denota:

3NA + 2NA + 1NC.

- **FUNCIONAMIENTO DEL CONTACTOR.**

Al conectar una fuente eléctrica apropiada en los terminales de la bobina, circulará una corriente eléctrica creando un campo magnético muy intenso en el núcleo de hierro del contactor, este campo atrae con fuerza la armadura la cual a su vez arrastra consigo los contactos móviles del contactor.

De esta manera los contactos son accionados (abriendo los que están cerrados y cerrando los que estén abiertos).

Al ser desenergizada la bobina los contactos retornan a su posición de reposo por efecto de un resorte o muelle que separa la armadura del núcleo.

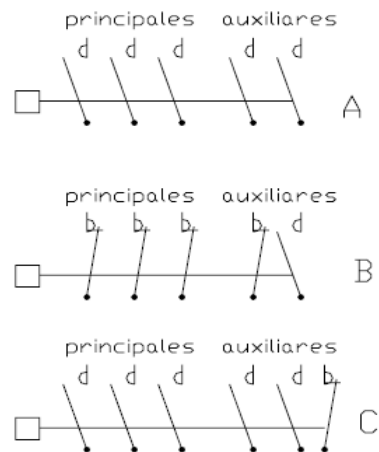


Figura II- 44. Ejemplo de Combinación de Contacto de Contactores

Fuente:Telemecanique

2.7 DISEÑOS DE TRANSMISION MECÁNICA

2.7.1 Transmisión por Engranajes

La potencia puede transmitirse desde un árbol a otro por medio de correas, ruedas de fricción engranajes o cadenas. Cuando la razón entre las velocidades tiene que ser constante se aplica ruedas de engrane. Es evidente que cualquier par de superficies que rueden juntas con un movimiento de rodadura pura, de manera a dar la relación de velocidades deseada, puede servir de base para el diseño de un par de ruedas dentadas.

El movimiento transmitido por un par de ruedas dentadas bien diseñadas es idéntico al de las curvas o superficies básicas rodando una sobre otra. Para que un par de curvas puedan moverse una sobre otra con un movimiento de rodadura pura, el punto de tangencia de las curvas tiene que hallarse siempre sobre la recta que une los centros de rotación de las curvas.

2.7.2 Campo de Aplicación de los Engranajes

Existe una gran variedad de formas y tamaños de engranajes, desde los más pequeños usados en relojería e instrumentos científicos (se alcanza el módulo 0,05) a los de grandes dimensiones, empleados, por ejemplo, en las reducciones de velocidad de las turbinas de vapor de los buques, en el accionamiento de los hornos y molinos de las fábricas de cemento, etc.

El campo de aplicación de los engranajes es prácticamente ilimitado. Los encontramos en las centrales de producción de energía eléctrica, hidroeléctrica y en los elementos de transporte terrestre: locomotoras, automotores, camiones, automóviles, transporte marítimo en toques de todas clases, aviones, en la industria siderúrgica: laminadores, transportadores, etc., minas y astilleros, fábricas de cemento, grúas, montacargas, máquinas-herramientas, maquinaria textil, de alimentación, de vestir y calzar, industria química y farmacéutica, etc.,

2.7.3 Ventajas y Desventajas de la Transmisión por Engranajes

Debido a la forma curva de los perfiles de los dientes es de evolvente o cicloidal el movimiento transmitido por un par de ruedas dentadas es de rodadura pura.

Además la relación de rotaciones con velocidad angular de la transmisión engranajes, es uniforme. Por esta razón se aplica como reductor o multiplicador de velocidades en máquinas en las que se requiere una velocidad específica y que no tenga alteraciones o fluctuaciones de velocidad. Los engranes proporcionan a las máquinas una gradación utilizable de relaciones de

velocidad. Los engranes permiten grandes transmisiones de potencia desde el eje de una fuente de energía hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo sin pérdidas de energía.

Los engranes tienen como desventaja que no pueden transmitir potencia entre distancias grandes entre centros para estos casos se utilizan poleas o cadenas. Los engranes tienen un costo elevado comparado con los otros tipos de transmisión por cadenas y las poleas.

2.7.4 Formas de la Superficie Primitiva para Dientes Comunes, Helicoidales, Cónicos y Sin Fin

2.7.4.1 Perfil del Diente

El perfil del diente, o sea la forma de sus flancos, está constituido por dos curvas evolventes de círculo, simétricas respecto al eje que pasa por el centro del mismo. Como se sabe, existe también el perfil cicloidal, aunque casi no se emplea, excepto en relojería.

2.7.4.1.1 La Evolvente de Círculo

Se llama “evolvente de círculo” a la curva descrita por un punto de una recta (generatriz) que gira sin deslizar sobre una circunferencia (circunferencia-base). La parte del perfil del diente que está debajo de la circunferencia-base no es ya “evolvente”.

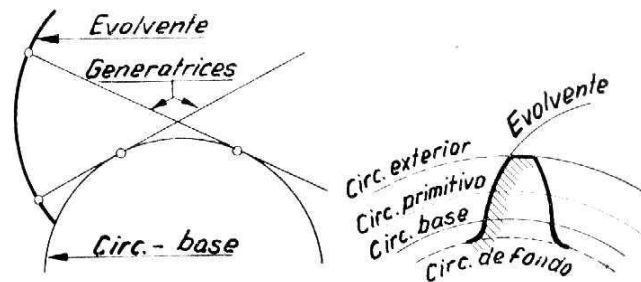


Figura II- 45. Envolverte del Circulo

Fuente: http://mecnics.com/mecnica_engranajes.html

2.7.4.1.2 Trazado de la Evolverte

Se divide la circunferencia-base en un número entero de partes iguales. En la figura, doce partes iguales, cosa que facilita el trazado, por coincidir con los 30° y los 60° de las es-cuadras de dibujo. Desde P se traza la tangente horizontal PC, igual a la longitud de la circunferencia-base.

Se divide PC en el mismo número de partes iguales anterior. Desde el extremo de cada radio se traza una tangente (que siempre es normal al radio en dicho punto). Empleando PC como escala, se toma sobre cada tangente la longitud correspondiente de la tangente PC. Así, 1—P1 = 1/12 PC, 2— P2=2/12 PC, 3— P= 3/12 PC, etc. Nótese que las longitudes de las tangentes crecen en progresión aritmética. La curva que pasa por los puntos P1, P2, P3,... es una evolverte.

2.7.4.1.3 Trazado Aproximado de la Evolverte

Se divide la cir-cunferencia-base en un número cualquiera de partes iguales, AB, BC, CD, etcétera. Por cada uno de los puntos A, B, C e trazan las

tangentes BB1, CC1..., perpendiculares a los radios respectivos en dichos puntos.

Con centro en B, y radio igual a BA se traza el arco AB1. Luego, el próximo arco B1C1, con centro en C y radio CB1. Se traza el arco siguiente C1D1 con centro en D y radio DC1. La curva determinada por la sucesión de arcos trazados es, con aproximación suficiente, una evolvente, Naturalmente, cuanto más pequeñas sean las divisiones efectuadas en la circunferencia-base, mayor será la aproximación de la curva obtenida a la evolvente.

2.7.4.1.4 Circunferencia Base y Angulo de Presión

Conforme queda dicho, el origen de las evolventes que constituyen los flancos de los dientes está en la "circunferencia-base". El ángulo que forma la línea de acción y la tangente horizontal a la circunferencia primitiva en el punto primitivo, es el "ángulo de presión". Se designa por ϕ .

La fórmula que nos da el diámetro de la circunferencia-base o diámetro-base, es la siguiente:

$$d_b = d \cos \phi$$

$$d = \text{diámetro primitivo (de generación)} = z \cdot m$$

2.7.4.1.5 Circunferencias Primitivas de Funcionamiento

La circunferencia primitiva o la circunferencia base se refieren a una rueda o piñón independiente. En el momento que esta pieza pasa a formar parte de un engranaje (o sea, engranando con otra) nace el concepto de circunferencias

“primitivas de funcionamiento”, que son las circunferencias (distintas de las “de generación” en los engranajes corregidos), que son tangentes y ruedan sobre otra sin deslizarse. Tienen importancia en los engranajes corregidos al funcionar el engranaje con distancia entre centros distinta de la normal. En los normales, las primitivas de generación y las de funcionamiento son las mismas.

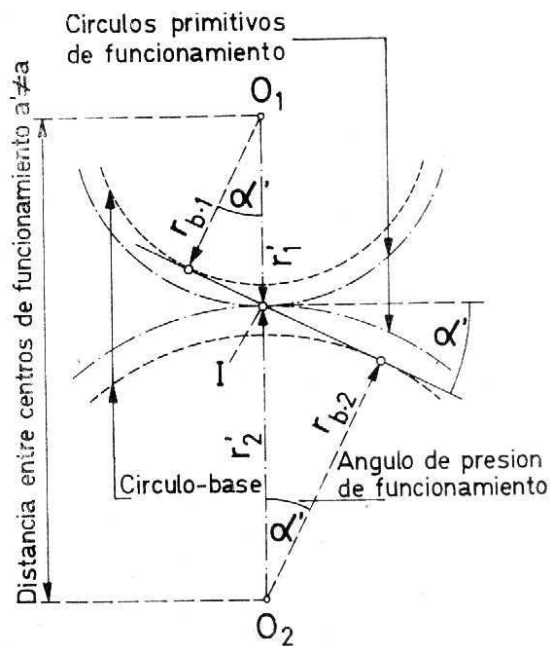


Figura II- 46. Circunferencias Primitivas de Funcionamiento
Fuente: html.mecanics.com/mecanica_engranajes.html

2.7.4.2 Ecuación Polar de la Evolvente.

El ángulo bajo el cual, en un punto del perfil, la tangente en este punto corta al radio vector correspondiente se denomina “ángulo de incidencia”. El ángulo de incidencia en el punto primitivo 1 será igual al ángulo de presión.

La ecuación polar de la evolvente es:

$$\text{Inv} = \text{tg} -$$

Y expresados en radianes.

A la función (tg -) se la denomina evolvente, y su símbolo es inv.

De la figura anterior se deduce también:

$$\text{ángulo} \angle Oa = \text{inv}$$

$$\text{ángulo} \angle OM = \text{inv} - \text{inv}$$

2.7.4.3 Perfil Cicloidal de Diente

Se forman cuando un círculo rueda sobre el exterior y el interior de los círculos de rodadura o círculos primitivos C y D . En la figura que sigue a continuación se ilustra una porción de dos ruedas con dientes cicloidales.

El contacto acaba de empezar en a, y a medida que las ruedas giren el punto de contacto se desplazará a lo largo de la trayectoria curvilínea aOb, cesando en b. Se ha trazado la normal al primer punto de contacto y es evidente que la inclinación de la normal con respecto a la tangente común de los dos círculos primitivos es máxima en este punto, y varía constantemente de dirección, aunque pasando siempre por O.

Puede demostrarse que en el sistema evolvente la relación de las velocidades angulares permanece constante, dentro de los límites de actuación, sean o no tangentes los círculos primitivos; pero para la transmisión de una relación

constante de velocidades con engranajes cicloidales los círculos primitivos tienen que permanecer tangentes.

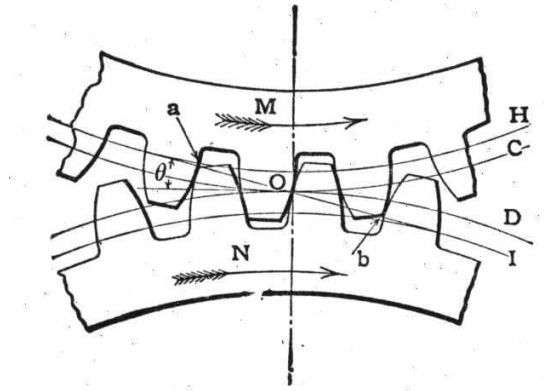


Figura II- 47. Dientes Cicloidales

Fuente: http://mecnics.com/mecnica_engranajes.html

2.7.5 Ventajas y Desventajas de los Perfiles de Evolventes sobre los Cicloidales

2.7.5.1 Ventajas del Perfil Evolvente

Las ventajas del sistema de engranajes con perfil evolvente son las siguientes:

Economía del procedimiento de tallado. Número de útiles reducido. Curva continua en todo el flanco (recta, en la cremallera). En el sistema cicloidal, el flanco está formado por dos curvas y, por tanto, la ventaja del primero, en cuanto a facilidad de mecanizado, es indudable.

Los engranajes con dientes en evolvente, son los únicos que pueden funcionar con distancias entre centros variables, conservando uniforme la velocidad angular. La variación de distancia entre centros hace variar el “ángulo de

presión de funcionamiento". (Cuando dicho ángulo aumenta, aumenta también la presión sobre los cojinetes de apoyo de los ejes.).

El diente con perfil de evolvente es más sólido, a igualdad de paso, que el cicloidal.

En los engranes de perfil cicloidal el contacto se efectúa entre superficies convexas y cóncavas, en tanto que en los de evolvente el contacto se realiza entre superficies convexas o entre superficies convexas y planas.

Puede demostrarse que en el sistema evolvente la relación de las velocidades angulares permanece constante, dentro de los límites de actuación, sean o no tangentes los círculos primitivos; pero para la transmisión de una relación constante de velocidades con engranajes cicloidales los círculos primitivos tienen que permanecer tangentes.

2.7.5.2 Desventajas del Perfil Evolvente

Y como desventajas del perfil en evolvente, cabe señalar:

Presión sobre los cojinetes, que tiende a separar los dos elementos, rueda y piñón. De todos modos, esto también ocurre en el perfil cicloidal, excepto cuando el contacto entre dientes conjugados tiene lugar en el primitivo.

Las superficies conjugadas son, en ambos dientes, convexas, excepto en las ruedas de dentado interior.

La lubricación de los dientes cicloidales es, pues, algo más eficaz que la de los dientes de evolvente, y esta propiedad es útil en las transmisiones por tornillo sin fin que transmiten cargas importantes.

2.7.6 Clasificación de los Engranajes

Según la situación relativa de los árboles

La más empleada es la que se basa en la situación relativa de los árboles o ejes donde van montados los engranajes, y cuyo movimiento de rotación transmiten.

- **Ejes paralelos en un mismo plano.**
- **Engranajes cónico-rectos, cónico-helicoidales o espirales.**
- **Ejes que se cortan en un mismo plano.**
- **Engranajes cónico-rectos, y helicoidales y cónico-espirales.**
- **Ejes que se cruzan perpendicularmente.**
- **Engranajes de tornillo-sin-fin, helicoidales, cónico-hipoides**
- **Ejes que se cruzan a cualquier ángulo.**
- **Helicoidales.**

2.7.6.1 Engranajes Cilíndricos.

2.7.6.1.1 Rectos exteriores o simplemente rectos

Es el tipo de engranaje más simple y corriente, generalmente, para velocidades medias. A grandes velocidades si no son rectificadas, producen ruido más o menos importante según la velocidad y la corrección de su tallado.

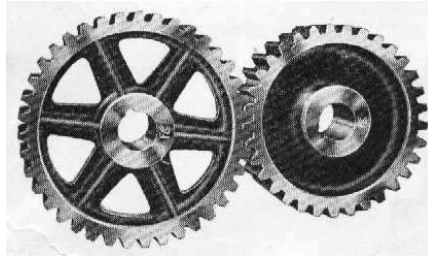


Figura II- 48. Engranajes Rectos

Fuente: html:.mecanics.com/mecanica_engranajes.html

2.7.6.1.2 Interiores

Pueden ser con dentado recto, helicoidal o doble-helicoidal. Engranajes de gran aplicación en los llamados “trenes epicicloidales o planetarios”.

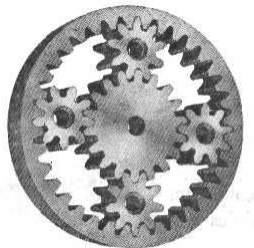


Figura II- 49. Engranajes Interiores

Fuente: html:.mecanics.com/mecanica_engranajes.html

2.7.6.1.3 Helicoidales

Más silenciosos que los rectos. Se emplean siempre que se trata de velocidades elevadas. Necesitan cojinetes de empuje para contrarrestar la presión axial que originan.

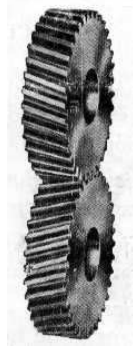


Figura II- 50. Engranajes Helicoidales

Fuente: http://mecanics.com/mecanica_engranajes.html

2.7.6.1.4 Doble-helicoidales

Para las mismas aplicaciones que los helicoidales, con la ventaja sobre éstos de no producir empuje axial, debido a la inclinación doble en sentido contrario de sus dientes. Se les denomina también por el galicismo “á chevron”, que debe evitarse.

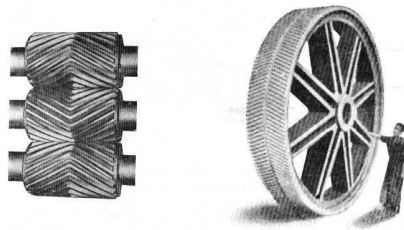


Figura II- 51. Engranajes Dobles Helicoidales

Fuente: http://mecanics.com/mecanica_engranajes.html

2.7.6.1.5 Helicoidales para ejes cruzados

Pueden transmitir rotaciones de ejes a cualquier ángulo, generalmente a 90°, para los cuales se emplean con ventaja los de tornillo-sin-fin, ya que los

helicoidales tienen una capacidad de resistencia muy limitada y su aplicación se ciñe casi exclusivamente a transmisiones muy ligeras (reguladores, etc.).

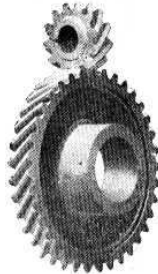


Figura II- 52. Engranajes Helicoidales de Ejes Cruzados

Fuente: [html:.mecnics.com/mecanica_engranajes.html](http://mecnics.com/mecanica_engranajes.html)

2.7.6.1.6 Cremallera

Rueda cilíndrica de diámetro infinito con dentado recto o helicoidal, Generalmente de sección rectangular.

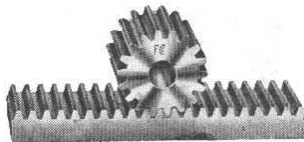


Figura II- 53. Engranaje Tipo Cremallera

Fuente: [html:.mecnics.com/mecanica_engranajes.html](http://mecnics.com/mecanica_engranajes.html)

2.7.6.2 Engranajes Cónicos

2.7.6.2.1 Cónico-rectos

Efectúan la transmisión de movimiento de ejes que se cortan en un mismo plano, generalmente en ángulo recto, por medio de superficies cónicas dentadas. Los dientes convergen en el punto de intersección de los ejes.

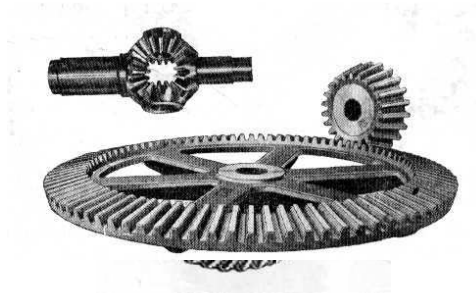


Figura II- 54. Engranajes Cónicos Rectos

Fuente: html:.mecanics.com/mecanica_engranajes.html

2.7.6.2.2 Cónico-helicoidales

Engranajes cónicos con dientes no rectos.

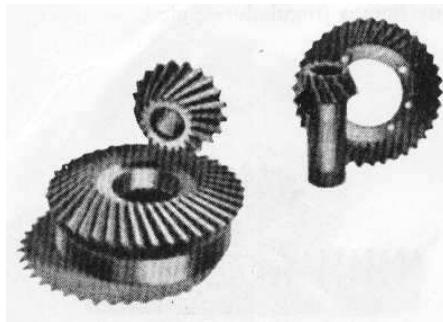


Figura II- 55. Engranajes Cónicos Helicoidales

Fuente: html:.mecanics.com/mecanica_engranajes.html

2.7.6.2.3 Cónico-espinales

En los cónico-espinales, la curva del diente en la rueda-plana, depende del procedimiento o máquina de dentar, aplicándose en los casos de velocidades elevadas para evitar el ruido que producirían los cónico-rectos.

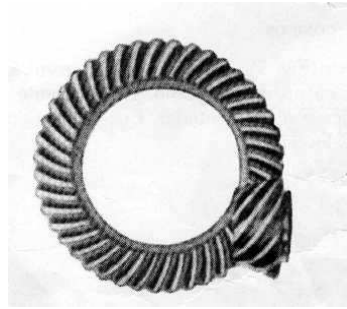


Figura II- 56. Engranaje Cónico Espiral

Fuente: html.mecanics.com/mecanica_engranajes.html

2.7.6.2.4 Cónico-hipoides

Para ejes que se cruzan, generalmente en ángulo recto, empleados principalmente en el puente trasero del auto-móvil y cuya situación de ejes permite la colocación de cojinetes en ambos lados del piñón.

2.7.6.2.5 De tornillo-sin-fin

Generalmente cilíndricos. Pueden considerarse derivados de los helicoidales para ejes cruzados, siendo el tornillo una rueda helicoidal de un solo diente (tornillo de un filete) o de varios (dos o más). La rueda puede ser helicoidal simple o especial para tornillo-sin-fin, en la que la superficie exterior y la de fondo del diente son concéntricas con las cilíndricas del tornillo. Generalmente, el ángulo de ejes es de 90° .

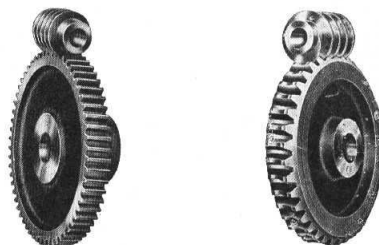


Figura II- 57. Engranajes de Tornillo sin fin

Fuente: html.mecanics.com/mecanica_engranajes.html

NOTAS

(1)<http://aliso.pntic.mec.es/cm10029/PLASTICOS/Generalidades.html>

(2)<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

(3)http://www.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fcatalog.weg.net%2Ffiles%2Fwegnet%2FWEG-guia-practico-de-capacitacion-tecnico-comercial-50026117-catalogo-espanol.pdf&h=6AQENB_Ji

(4)html/mecanica_engranajes.html

CAPITULO 3

3 DISEÑO DE MAQUINARIA

3.1 CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA MAQUINARIA

3.1.1 Antecedentes del Proceso de Ovillado del Producto

Para cumplir con los objetivos marcados en nuestro proyecto se decidió hacer inicialmente un estudio de las necesidades que requiere la empresa con este tipo de maquinaria, cuáles son sus requerimientos, expectativas y presupuesto disponible para llevar a cabo la solución a este problema.

Al hacer una entrevista y visita previa a la empresa pudimos constatar de los tipos de procesos que realiza dicha empresa para la obtención de estos

productos, pudiendo observar que la mayoría se los realiza de manera semiautomática o electromecánica.

En lo que concierne al proceso de ovillado de nuestro producto motivo de nuestra investigación se lo realiza de manera electromecánica, es decir sin ningún tipo de control automático, simplemente por control electromecánico y accionamiento del operario de la máquina.

El proceso se lo realiza a través de la activación de un rodillo electromecánico mediante la ayuda de un motor eléctrico de corriente alterna A.C, con un sencillo control de mando, botoneras de arranque y paro del motor.

No existes ningún tipo de control en el tiempo y cantidad de Cuerda Polímero Plástica Ovillada para este producto, se lo realiza de manera intrínseca atreves de la experiencia del operario y la ayuda de una balanza electrónica. Motivo por el cual repercute en grandes pérdidas de ganancia para la empresa, al no tener ningún tipo de control en la cantidad exacta de producto ovillado.

Este tipo de máquina electromecánica solo realiza un tipo de producto, por lo que es limitada su versatilidad, como también su tiempo de producción por ovillo es alto

3.2 CÁLCULO DE SISTEMAS DE TRANSMISION DE MAQUINARIA

3.2.1 Determinación de la Potencia de Diseño

$$P = F * V = T * N \text{ (Potencia Mecánica)}$$

P : Potencia Mecánica

T : Torque

N : Revoluciones por minuto para realizar el trabajo

$$P_r = \frac{F_s * P}{n}$$

F_s : Factor de Servicio

n : Eficiencia

P_r : Potencia Requerida

P : Potencia Mecánica

Establecimiento del Problema

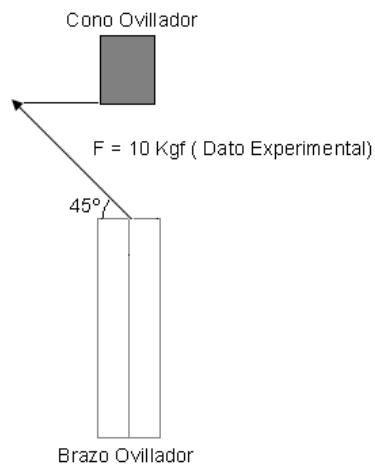


Figura III- 58. Representación Esquemática del Cono y Brazo Ovillador
Fuente: Los Autores

$$P = F * V$$

$$T = F * r$$

$$F = \text{Fuerza} = 8 \text{ Kgf}$$

$r = \text{Radio} = 150 \text{ mm}.$

$$P = (11,760 \text{ Nm}) \left(100 \frac{\text{rev}}{\text{min}}\right) \left(\frac{2\pi \text{rad}}{1 \text{ rev}}\right) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}\right)$$

$$\frac{\text{Joule}}{\text{s}} = \text{Watt}$$

$$P = 0.206 \text{ Hp (Transformado)}$$

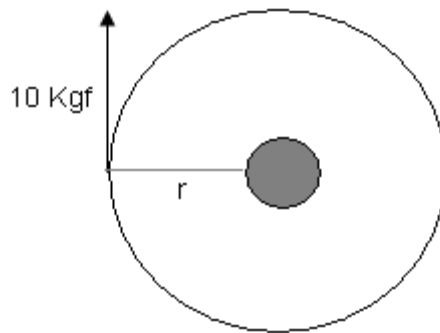


Figura III- 59. Fuerza Tangencial
Fuente: Los Autores

$$T = (8 \text{ Kgf})(150 \text{ mm}) \left(\frac{9.8 \text{ N}}{1 \text{ Kgf}}\right)$$

$$T = 11,760 \text{ N.m}$$

$$N(\text{Paraeltrabajo}) = 100 \text{ rpm}$$

Considerando un Factor de Servicio de 2,5 debido a los varios arranques por hora que realizará el motor y un rendimiento del 75% tenemos:

$$P = \frac{2,5(0,206\text{Hp})}{0,75} = 0.7\text{Hp}$$

Tomando en cuenta que los pesos de los elementos (engranajes, poleas), no son altos por lo cual no se toma en cuenta estas inercias a vencer, sin embargo para satisfacer ello se seleccionara un motor superior al valor del calculado **de 1 HP y 3200 rpm**, el cual se cumple con todos los requerimientos del caso para el funcionamiento adecuado de nuestra maquinaria.

3.2.2 Diseño de Sistema de Transmisión por Correas

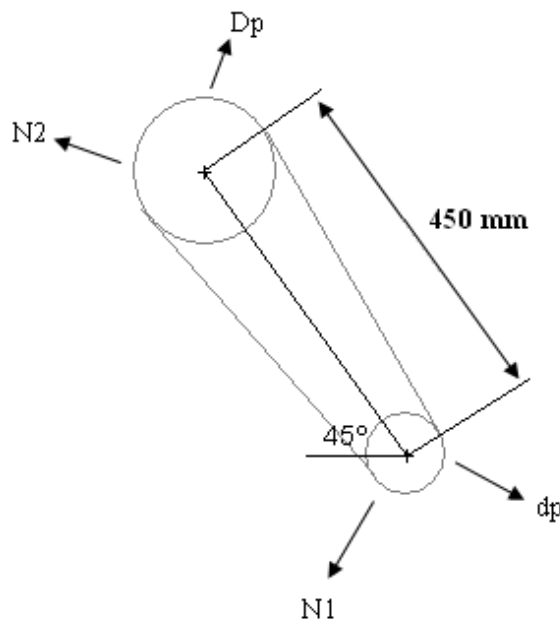


Figura III- 60. Diagrama Sistema de Correas
Fuente: Los Autores

$$P(\text{motor}) = Pr = 1 \text{ Hp}$$

$$N1 = \text{Velocidad del Motor} = 3200 \text{ rev/min}$$

$$N2 = 1454 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \text{ (Velocidad de Salida)}$$

$$i = \frac{N1}{N2} = \frac{Dp}{dp}$$

i = Relación de Transmisión

$$i = \frac{3200}{1454} = 2,2$$

$PD = \text{Potencia de Diseño} = Pr * Ci$

$Ci = \text{Factor de Servicio para Bandas (Ver Tabla)}$

$PD = (1)(1,2) = 1,2 \text{ Hp}$

Con este dato se selecciona el Tipo de Banda más adecuado, el cual hemos seleccionado: **BANDA TIPO A**

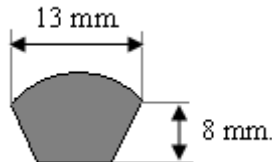


Figura III- 61. Dimensiones Banda Tipo A
Fuente: Los Autores

En base a ello $d_p(\text{mínimo}) = 63 \text{ mm}$.

$d_p(\text{seleccionado}) = 100 \text{ mm}$.

$$2,2 = \frac{D_p}{100}$$

$D_p = 220 \text{ mm}$.

Para i entre 1 a 3 $C \geq \frac{(i+1)d_p}{2} + d_p$

$C = \text{Distancia entre Centros mínima}$.

$C \geq 260 \text{ mm}$.

Debido al espacio con el que se cuenta se toma:

$C = 450 \text{ mm}$.

$$L = 2C + 1,57(D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C}$$

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

$$L = 2(450) + 1,57(220 + 100) + \frac{(220 - 100)^2}{4(450)} = 1410,54 \text{ mm}$$

Con este valor se selecciona en tabla el número de correa.

Del catálogo se toma la Banda #55; $L_n=1427$

$$C_c = c + \left(\frac{L - L_n}{2} \right) = 458,23$$

$C_c =$ Distancia entre Centros Corregida.

Ángulo de Contacto:

$$\alpha_1 = 180 - \frac{57(D_p - d_p)}{C_c} \geq 120$$

$$\alpha_1 = 180 - \frac{57(220 - 100)}{458,23} \geq 120$$

$$\alpha_1 = 165,062 \quad OK.$$

P_1 : Potencia de Diseño = 4

C_2 : Factor de Corrección por Longitud = 0,965

C_3 : Corrección por Arco de Fricción = 0,965

$$Z = \frac{P_o}{C_2 * C_3 * P_1}$$

$Z =$ Número de Correas.

$$Z = 0,328$$

El requerimiento del sistema es de 1 sola correa.

Luego verificando que nuestra velocidad se encuentra en un rango deseado tenemos:

$$V = Nr = \left(1454 \frac{rev}{min} \right) \left(\frac{220}{2} \right) = (3200) \left(\frac{100}{2} \right)$$

$$V = 16,7 \text{ m/s} \quad OK.$$

Vmax de 25 a 30 m/s.

3.2.3 Diseño de Transmisión por Tornillo Sin Fin

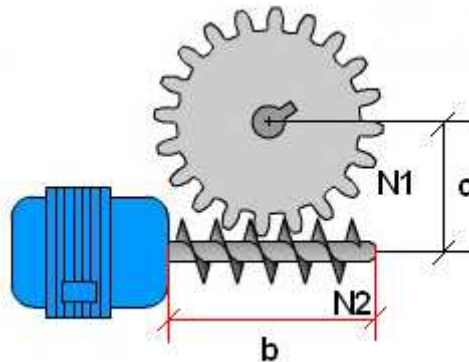


Figura III- 62. Sistema de Transmisión por Tornillo sin fin
Fuente: Los Autores

$$c = \frac{d1 + d2}{2} = 102,045\text{mm.}$$

$$b = 2m(1 + \sqrt{Z2}) = 14,3\text{mm (mínimo)}$$

$$m = 3.175; Z2 = 10$$

$$i = \frac{N1}{N2} = \frac{Z1}{Z2}$$

N2: Rpm en rueda.

N1: Rpm en tornillo sin fin

Z1: Dientes Rueda

Z2: Dientes Tornillo sin fin

$$i = \frac{50}{10} = 5$$

$$5 = \frac{1454}{N1}$$

$$N1 = \frac{1454}{5} = 290,8 \text{ rev/min}$$

Ángulo de Hélice del gusano

$$\text{tg}\delta = \frac{M * Z2}{d2}$$

$$i = \frac{d1}{M * Z2}$$

Si se toma $m = 1/8' = 3,175 \text{ mm}$

$$i = \frac{d1}{(3,175)(10)} = 5$$

d1 = 158,75 mm.

Si se toma $\delta = 35^\circ$; **d2 = 45,34 mm**

3.2.4 Diseño de Transmisión por Cadena

3.2.4.1 Cadena n.- 1

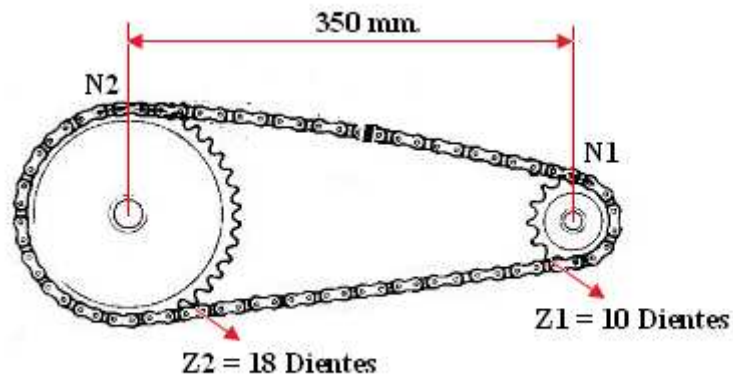


Figura III- 63. Esquema Transmisión Cadena 1
Fuente: Los Autores

$Pr (motor) = 1 \text{ Hp.}$

$N1 (Entrada) = 290,8 \text{ rpm}$

$N2 (Salida) = X (incognita)$

$$i = \frac{18}{10} = 1,8$$

$$i = \frac{Z2}{Z1} = \frac{N1}{N2}$$

$$1,8 = \frac{290,8}{N2}$$

$$N2 = 161,55 \text{ Rpm.}$$

Factor de Corrección:

$$F_c = 1,2 \text{ (carga y choque moderado)}$$

$$PD = \text{Potencia de Diseño} = F_c \cdot Pr = (1,2)(1\text{Hp}) = 1,2 \text{ Hp.}$$

Con PD y N1 = 290,8 Rpm.

Como resultado al análisis tenemos que se requiere una **Cadena # 35 (Chart C) ó #40**

En Chart C se toma la **cadena #40 y un paso 0,5" (Cadena Comercial de Venta).**

$$g = \text{Pitch diámetro} = 1,618 \text{ in (Catalina de Entrada)}$$

$$G = \text{Pitch diámetro} = 2,879 \text{ in (Catalina de Salida)}$$

$$A = \frac{6-9}{2C};$$

C = Distancia entre centros

$$C = 350 \text{ mm} = 13,77''$$

$$A = \frac{2,879 - 1,618}{2(13,77)} = 0,04579$$

$$B = 1,99$$

$$C = 0,485$$

$$D = 0,514$$

$$N = \frac{B * C}{P} + Ct + DT$$

P: Paso = 0.5"

t: N1=10

T: N2=18

N = 68,9

N = 69 (Pasos)

Longitud de la Cadena:

N= número de pasos

P= Paso

$$L = N * P$$

$$L = 69 * 0.5 = 34,5"$$

$$L = 876,3\text{mm.}$$

3.2.4.2 Cadena n.- 2

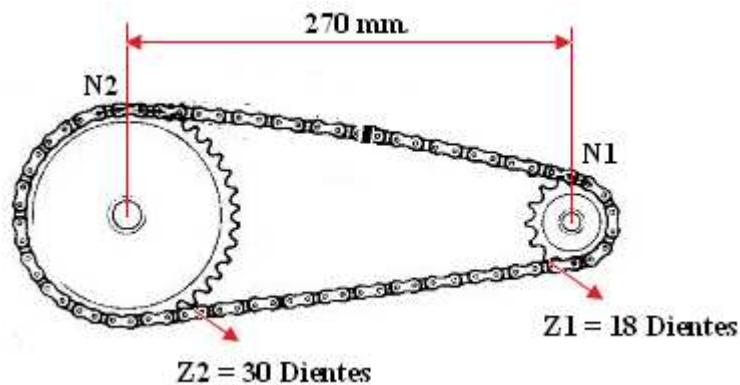


Figura III- 64. Esquema Transmisión Cadena 2
Fuente: Los Autores

P_r (motor) = 1 Hp.

N1 (Entrada) = 161,55 rpm

N2 (Salida) = 96,9 rpm

$$i = \frac{161,55}{96,9} = 1,67$$

Factor de Corrección:

$$F_c = 1,2$$

PD = Potencia de Diseño = $F_c \cdot P_r = (1,2)(1\text{Hp}) = 1,2 \text{ Hp}$.

Como resultado al análisis tenemos que se requiere una **Cadena # 40 - Paso 0,5"**

$$A = \frac{4,789 - 2,879}{2(10,62)^2} = 0,06913$$

P: Paso = 0.5"

t: N1=18

T: N2=30

$$N = \frac{B \cdot C}{P} + C_t + D_T = 72.7$$

N = 73 (Pasos).

Longitud de Cadena:

N= número de pasos

P= Paso

$$L = N \cdot P$$

$$L = 73 \cdot 0.5 = 34,5"$$

$$L = 927,1 \text{ mm.}$$

3.2.5 Diseño de Transmisión por Engranaje Cónico (Tipo Corona)

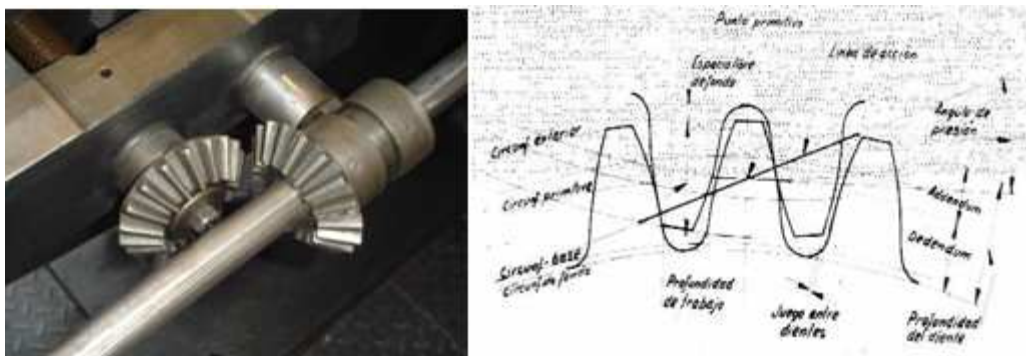


Figura III- 65. Sistema de Transmisión por Engranajes Cónicos

Fuente: Los Autores

Pr (motor) = 1 Hp.

$N1 = N2 = 97$ rpm

$m = 3$ mm.

$m =$ módulo

Para este modelo de Transmisión se forma un ángulo de presión de 25° y se recomienda un número de dientes de 12.

d_{ex} : Diámetro Exterior

P_{cc} : Paso Circular

z : Numero de dientes recomendados

e : Espesor

h : Altura

a_{cc} : addendum = $m = 3$

a_p : dedendum = $1.25 * m = 3.75$

d_b : Diámetro de Base

D_p : Diámetro de Piñón

d_r : Diámetro de Rueda

P_d : Poso Diametral

F : Ancho

C : Distancia entre centros

$$d_{ex} = m(z+2) = 3(12+2) = 42 \text{ mm.}$$

$$P_{cc} = \pi * m = \pi(3) = 9,42$$

$$d_b = D_p * \cos 25^\circ = d_r * \cos 25^\circ$$

$$D_p = m * z_p = \mathbf{36 \text{ mm}}$$

$$d_r = m * z_r = \mathbf{36 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{d_b = 33.82 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{e = P_{cc}/2 = 4.71 \text{ mm}}$$

$$m = \frac{25,4}{Pd}$$

Pd = 8.46 dientes/pulgada

$$\frac{8}{Pd} < F < \frac{16}{Pd}$$

$$24 \text{ mm} < F < 48 \text{ mm}$$

Como resultado obtenemos que se toma un valor de **F = 35mm**

Para garantizar que el engranaje trabaje de forma adecuada se verifica de la siguiente manera:

$$P_{cc} = 9.42 \text{ mm.}$$

$$\text{Ángulo de Contacto} = 25^\circ$$

(Se recomienda de 1,2 a 1,6 para que el contacto sea adecuado)

$$R_c = \frac{z}{P_{cc} * \text{Cos } 25^\circ}$$

$$z = 2\left(\frac{d_{ex}}{2} - \frac{d_b}{2}\right)^{1/2} \cdot C (\text{Sen } 25^\circ)$$

Como resultado del análisis tenemos un número de dientes recomendados:

$$R_c = 1.42$$

Número de Dientes; z = 13 OK.

3.3 SELECCIÓN DE ELEMENTOS OVILLADORA

3.3.1 Elementos Eléctricos

Nº	CANTIDAD	DESCRIPCION MATERIAL
1	1	Motor Trifásico AC - 1HP/220V
2	1	PLC Logo Siemens 6ED1 052-1MD00-0BA512/24 RC
3	1	Módulo de Expansión Logo 6ED1 055-1MB00-0BA1
4	1	Fuente Logo 24 V
5	1	Cable PC-LOGO! (USB)
6	1	Pistón Electrohidráulico 220 V
7	1	Variador de Frecuencia LS - 2 HP
8	3	Relé con Base 5A
9	2	Guardamotor 7A - 2HP
10	2	Contactador 7A - 2HP
11	1	Breaker 40A
12	2	Fusible 2A
13	1	Capacitor de Trabajo - 12,5uf.
14	1	Pulsador Verde NA.
15	1	Pulsador Rojo NC.
16	1	Pulsador de Emergencia Tipo Hongo NC.
17	1	Selector 3 Posiciones
18	1	Funda de Terminales 100 unidades -18AWG
19	25	Borneras 10A
20	1	Luz Piloto Roja 22mm. - 220V
21	1	Luz Piloto Verde 22mm. - 220V
22	1	Luz Piloto Intermitente de Alarma 22mm-220V
23	10 m	Cable Eléctrico 18 AWG
24	1	Canaleta Plástica 40*16 mm
25	1	Armario Eléctrico 100*120 cm.

Tabla III- I Selección Materiales Eléctricos

Fuente: Los Autores

3.3.2 Elementos Mecánicos

Nº	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	3	Plancha de Acero 10/20 – 10mm.
2	5	Rodamiento Cónico FAG 1"
3	4	Rodamiento de Bola FAG 35mm.
4	2	Chumacera (2")
5	1	Cadena de Transmisión 7 m.
6	1	Bandas Trapecial
7	1	Engranaje Recto
8	2	Engranaje Tipo Cono-Corona
9	1	Engranaje Tipo Tornillo sin Fin
10	1	Polea 220mm Hierro Fundido
11	1	Polea 1" Hierro Fundido
12	1	Polea 4,5" Hierro Fundido
13	4	Catalina 10 Dientes Diámetro 50mm.
14	35	Rodela Plana SAE 3/8
15	30	Rodela Plana SAE 1/2
16	35	Rodela de Presión SAE 3/8
17	20	Rodela de Presión SAE 1/2
18	35	Tuerca Acero G8 SAE UNC 3/8
19	20	Tuerca Acero G8 SAE UNC 1/2
20	10	Tuercas Acero G8 SAE UNF 1

Tabla III- II Selección Materiales Mecánicos
Fuente: Los Autores

3.4 DISEÑO ESTRUCTURAL MAQUINA OVILLADORA

Una vez realizado un análisis a cabalidad de todos los Estudios de campo de nuestra máquina ovilladora como son el Cálculo de Sistemas de Transmisión de la Maquinaria y Selección Tentativa de Materiales tanto Mecánicos y Eléctricos, se procedió a implementar un diseño estructural de planos esquemáticos, los cuales nos ayudarán en el montaje de nuestra máquina ovilladora. Todos los Planos Estructurales de la Máquina Electro Hidráulica para Cuerda Polímero Plástica fueron realizados en el Software de Diseño Mecánico: **SOLID WORKS 2013**, los mismos que los adjuntamos en la parte de (Anexos) del Documento de Investigación.

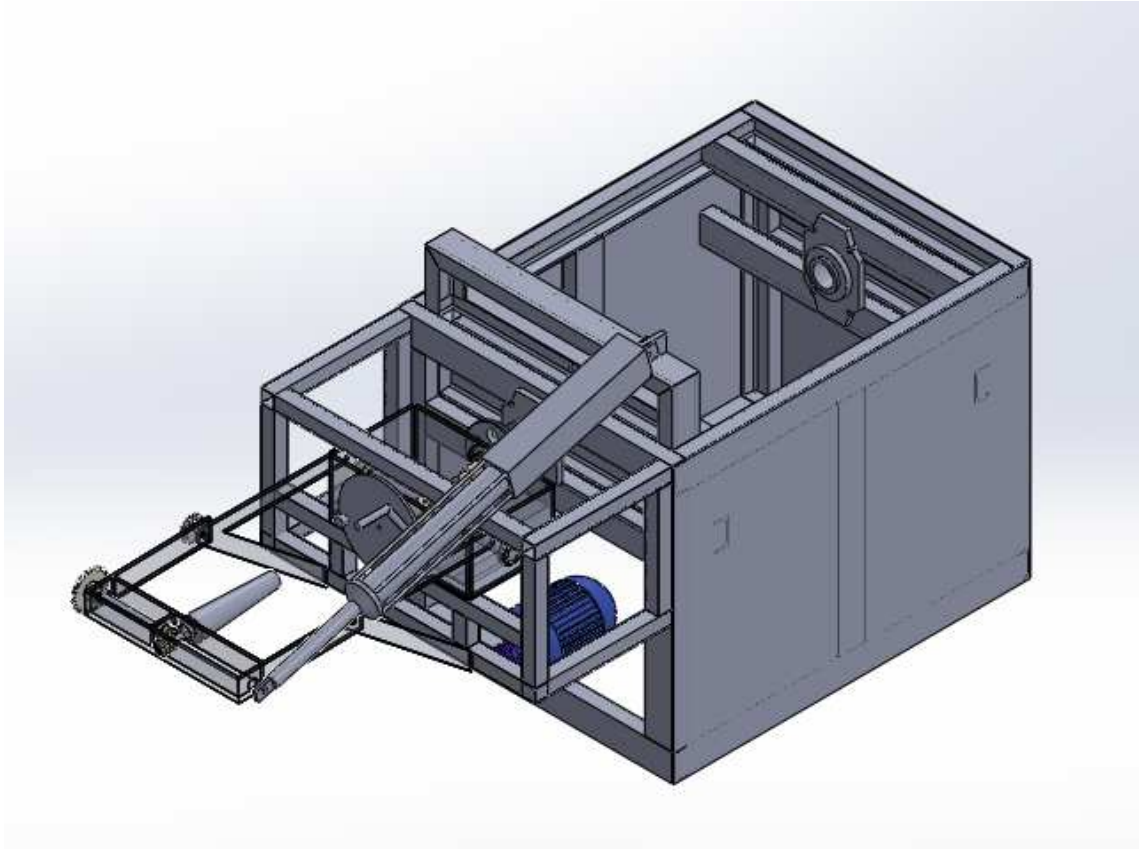


Figura III- 66 Esquema Ovilladora Diseñado en SolidWorks 2013

Fuente: Los Autores

3.5 MONTAJE DE MÁQUINA OVILLADORA

Para el montaje de nuestra máquina, se lo realizó iniciando por el montaje de los diferentes sistemas existentes como son: El sistema mecánico (SM), sistema hidráulico (SH) y finalmente el sistema eléctrico (SE), el cual controlará a los demás sistemas anteriormente mencionados.

3.5.1 Montaje Sistema Mecánico (SM)

La estructura base para la implantación del sistema mecánico está fabricado con Planchas de Acero de 4 mm SAE 1012, Perfiles de acero UPN 80 y

Platinas de 12x3mm del mismo material. Para unir las diferentes piezas de la estructura nos ayudamos de soldadura eléctrica y pernos en general. Lo cual hace una estructura sólida acorde al trabajo mecánico a realizar.

Nuestro sistema mecánico cuenta con los siguientes tipos de transmisión mecánica instalados, cabe indicar que todos los sistemas de transmisión son guiados por un solo motor (Motor Trifásico 220V/1HP):



Figura III- 67. Esquema Maquina Ovilladora Estructura Inicial

Fuente: Los Autores



Figura III- 68. Esquema Maquina Ovilladora Base Terminada Maquinaria

Fuente: Los Autores

3.5.1.1 Transmisión de Potencia por Cadena

La Máquina cuenta con un sistema guiado por cadena el cual es utilizado para el movimiento de arrastre de fuerza entre sus ruedas dentadas, de este modo permite transmitir el movimiento giratorio entre los 2 ejes paralelos. Este sistema de trasmisión a su vez se interconecta con los otros dos sistemas de transmisión dirigidos por engranajes.



Figura III- 69. Montaje Catalina 1
Fuente: Los Autores



Figura III- 70. Montaje Catalina 2 y 3
Fuente: Los Autores

3.5.1.2 Transmisión de Potencia por Engranajes

Este sistema de transmisión lo tenemos presente en dos partes fundamentales de nuestro diseño como son nuestro Brazo Ovillador y Cono Ovillador respectivamente, los cuales ambos giran sincronizadamente, para obtener un ovillado uniforme.

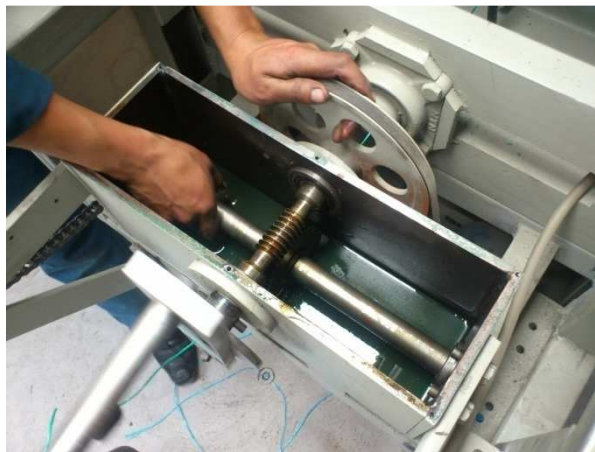


Figura III- 71. Montaje Engranaje Tornillo sin Fin

Fuente: Los Autores



Figura III- 72. Engranaje sumergido en Cámara de Aceite

Fuente: Los Autores



Figura III- 73. Montaje Engranajes Tipo Corona

Fuente: Los Autores

3.5.1.3 Transmisión de Potencia por Poleas

Este sistema de transmisión lo denominamos como principal, ya que conecta el motor con los demás sistemas de transmisión, se lo realiza a través de la ayuda de una banda motriz, este se conecta en primera estancia a un sistema de transmisión por ejes perpendiculares con engranajes tipo tornillo sin fin.



Figura III- 74. Montaje Transmisión Tipo Polea

Fuente: Los Autores

3.5.2 Montaje Sistema Hidráulico (SH)

3.5.2.1 Características

El Gato Hidráulico cuenta con un sistema total integrado, capaz de abastecerse por sí mismo todas sus necesidades, se lo utilizara dentro de la tesis con el fin de que dicho dispositivo de los ángulos necesarios para obtener la forma deseada.

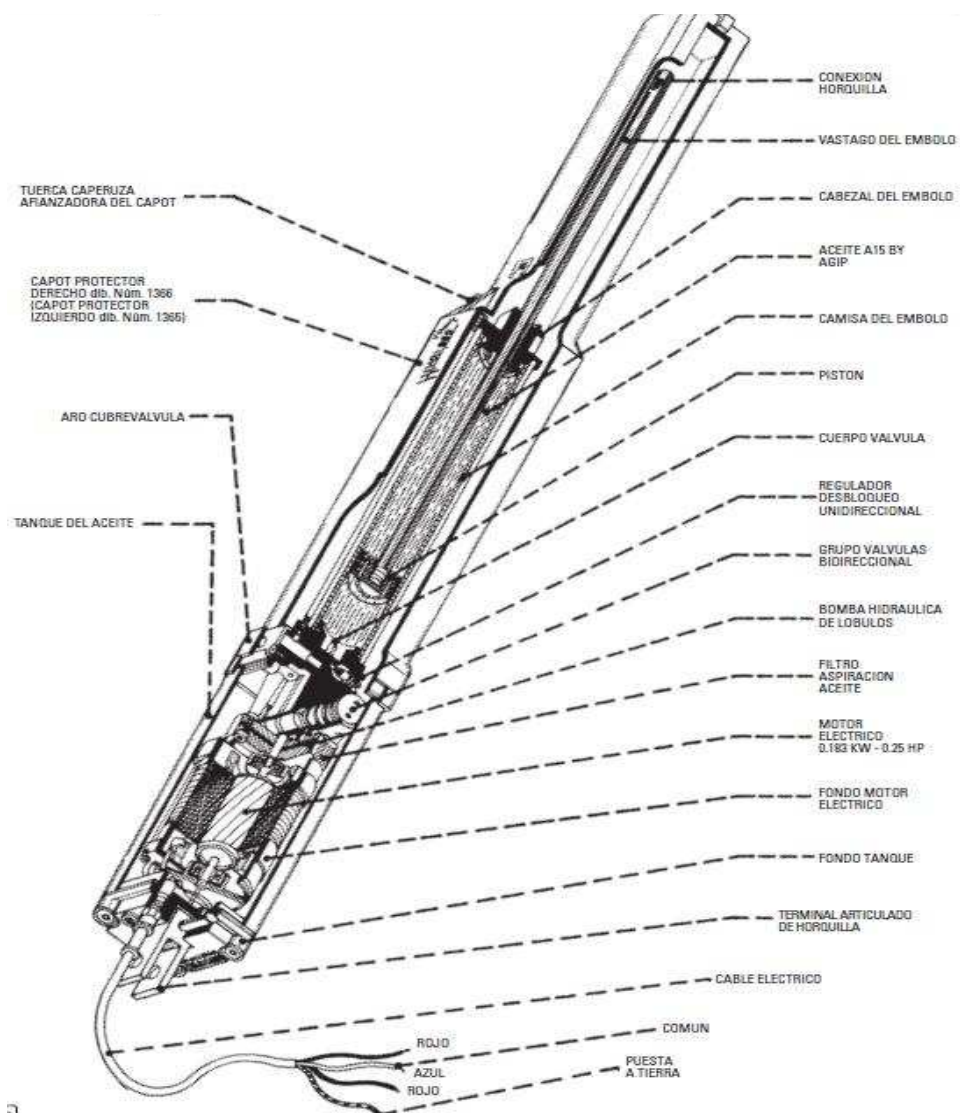


Figura III- 75. Constitución Interna Pistón Electro Hidráulico

Fuente: Los Autores

PISTON Y BOMBA HIDRAULICA

Caudal bomba hidráulica -P5	1,4 l/mi
Presión de trabajo en promedio	1 MPa (10 Bars)
Presión máxima que la bomba puede suministrar	3 MPa (30 Bars)
Tempertura de trabajo	-25°C +80°C
Tiempo que hace falta para la salida del vástago	18 s
Tipo de aceite hidráulico	A 15 FADINI by AGIP
Recorrido útil de vástago	240 mm
Diámetro del émbolo	45 mm
Diámetro del vástago	16 mm
Fuerza de tracción máx. en abertura	2'180 N
Fuerza de empuje máx en cierre	2'380 N
Peso total con accesorios	9,5 Kg
Dimensiones máximas extremas (longitud x anchura x altura)	965x86x86
Grado de protección	IP 553
Peso de la verja máximo	120 Kg
Ciclo de funcionamiento	abertura 18 segundos
.....pausa 60 segundos - cierre 18 segundos - pausa 60 segundos	
Duración de un ciclo completo	156 segundos
Ciclos completos de "Abertura-Pausa-Cierre"	Núm. 23 por hora
Núm. 67'000 ciclos anuales (aproximadamente) con 8 horas diarias de funcionamiento	

MOTOR ELECTRICO BIFASICO

Potencia suministrada	0,18 KW (0,25 CV)
Tensión de suministro de corriente/frecuencia	230 V - 50 Hz
Corriente absorbida	1,2 A
Potencia absorbida	250 W
Condensador	12,5 µF
Velocidad de rotación del motor	1'350 r.p.m.
Funcionamiento intermitente	S 3

MOTOR ELECTRICO MONOFASICO DE CLASE H TOTALMENTE EN BAÑO DE ACEITE CON ROTACION DERECHA-IZQUIERDA ACOPLADA A LA BOMBA HIDRAULICA DE CAUDAL FIJO, EN LINEA CON EL PISTON OLEODINAMICO DE EMPUJE, EMBOLO Y VASTAGO CROMADOS, SOBRE CAMISA LAPEADA. (Fig. 1 pág. 2)

Sólo cumpliendo con estas instrucciones nuestras se podrá conseguir la máxima funcionalidad.



Tabla III- III Datos Técnicos Pistón Electro Hidráulico
Fuente: Los Autores

Para realizar los ensayos manuales hay que tener a mano un cable eléctrico suelto de dos hilos, provisto de una toma de corriente eléctrica y de un condensador de 12 uF, que hay que conectar con el hilo eléctrico núm. 2 o bien con el núm. 3 de color rojo, según se indica en el dibujo que se reproduce. Se conecta uno de los hilos eléctricos sueltos con el núm. 1 del cable motor, a continuación se hace contacto durante 18 segundos en el rojo núm. 2 y después en el rojo núm. 3, siempre en el cable eléctrico del motor; de esta forma se logra que el émbolo oleodinámico realice su recorrido de ida y vuelta.

Se ruega cuidar de que el cable de puesta a tierra "M" esté conectado correctamente con una toma de tierra.

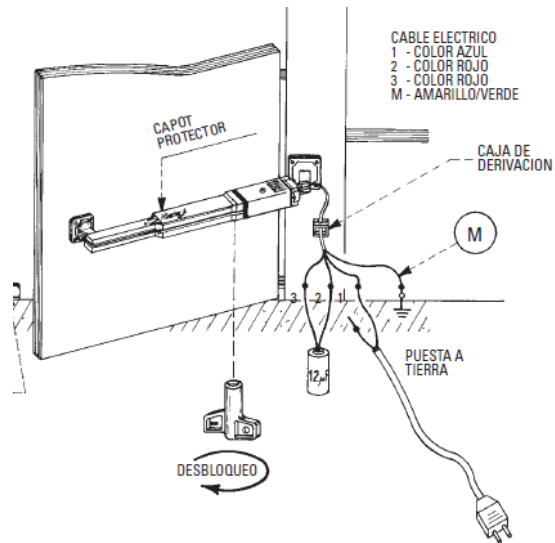


Figura III- 76. Test de Prueba de Cilindro Electro Hidráulico

Fuente: Los Autores

3.5.2.2 Control y Mantenimiento

Para un rendimiento óptimo y duradero del equipo y según las normativas de seguridad, es necesario que personal cualificado efectúe un mantenimiento correcto y controle toda la instalación tanto en la parte de la automatización como de los aparatos electrónicos instalados y el cableado.

- Automación oleodinamica: un control de mantenimiento cada 6 meses aprox.
- Aparatos electrónicos y sistemas de seguridad: un control de mantenimiento mensual.

3.5.2.3 Montaje sobre la Maquina y Puesta de Marchar.

Para la ubicación de Gato Hidráulico se contaba con dos propuestas, la primera era colocarla al lado del motor y que el campo de acción sea para arriba, esta

idea no tubo resultado ya que el espacio era poco y quedaba junto al motor, la segunda idea correspondía a colocarlo en la parte superior izquierda esta opción fue la más razonable ya que se contaba con el espacio suficiente y no existía ningún otro contratiempo.



Figura III- 77. Opciones de Colocación de Pistón Hidráulico

Fuente: Los Autores



Figura II- 78. Montaje Final del Pistón Hidráulico

Fuente: Los Autores

3.5.3 Montaje Sistema Eléctrico (SE)

Para el control y automatización de los diferentes sistemas y procesos se utilizó un PLC Logo Siemens 12/24 RC, el cual se encarga del control de los demás sistemas presentes (SM, SH).

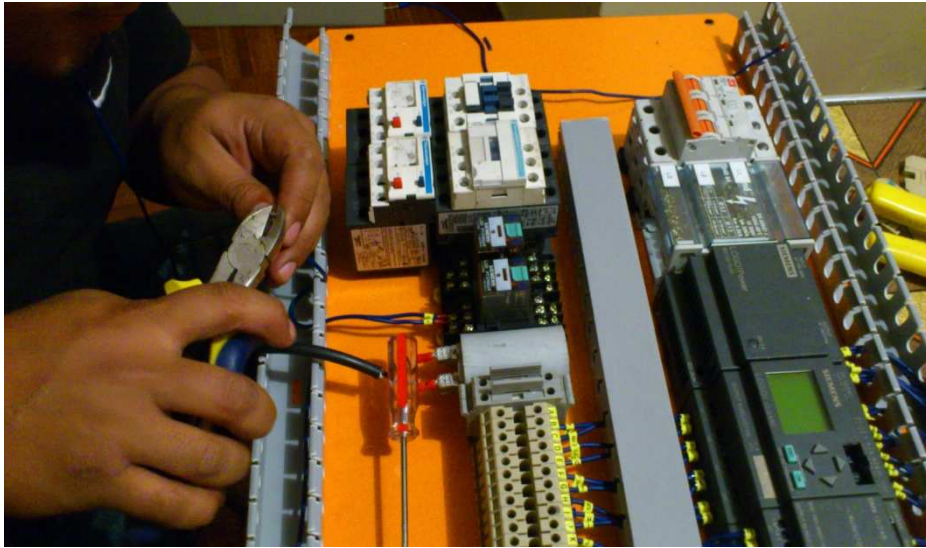


Figura III- 79. Montaje de Tablero de Control Máquina Ovilladora

Fuente: Los Autores



Figura III- 80. Montaje Final de Tablero de Control

Fuente: Los Autores

3.6 PROGRAMACIÓN DEL PLC LOGO SIEMENS 12/24 RC

Previo al desarrollo de la programación del PLC, para el efecto se elabora toda la documentación necesaria, consistente de etapas de funcionamiento y sus transiciones, que pongan a prueba las operaciones individuales del Proceso de Ovillado de Cuerdas de Polímero Plástico.

Se debe tener cuidado cuando se programe la secuencia de funcionamiento de la Maquina Ovilladora, con la finalidad de evitar en lo posible los errores involuntarios.

3.6.1 Determinación del funcionamiento de la maquinaria.

A continuación se detalla el funcionamiento del proceso. La más óptima de las secuencias será utilizada para la programación utilizando el método Grafcet.

3.6.1.1 Secuencia en serie

Esta secuencia ejecuta un proceso a la vez, es decir, se trabajará en un solo producto hasta terminar su proceso, y luego de que termine de realizar el producto, podrá entrar al proceso siguiente o poder cambiar entre los diferentes productos.

a) Secuencia Serie Simple Producto Tipo Queso.

Para la secuencia serie simple tenemos los siguientes pasos que debe ejecutar el PLC:

1. Esperar cargar la cuerda sobre el cono.
2. Dar el pulso de Inicio.

3. Colocar en Angulo el Cono para obtener la forma deseada.
4. Activar el motor a determinada Frecuencia.
5. Ovillar durante el tiempo calculado para obtener peso deseado.
6. Apagar Motor.
7. Colocar en ángulo el cono para una fácil extracción del producto.

De aquí retornaría al inicio para continuar con la secuencia.

Como podemos observar esta secuencia ocupa 7 pasos.

b) Secuencia Serie Simple Producto Tipo Pelota.

Para la secuencia serie simple tenemos los siguientes pasos que debe ejecutar el PLC:

1. Esperar cargar la cuerda sobre el cono.
2. Dar el pulso de Inicio.
3. Colocar en Angulo el Cono para obtener la forma deseada primaria.
4. Activar el motor a determinada Frecuencia.
5. Ovillar durante el tiempo calculado para obtener peso deseado primario.
6. Colocar en Angulo el Cono para obtener la forma deseada secundaria.
7. Ovillar durante el tiempo calculado para obtener peso deseado secundario.
8. Colocar en Angulo el Cono para obtener la forma deseada terciaria.
9. Ovillar durante el tiempo calculado para obtener peso deseado.
10. Apagar Motor.

De aquí retornaría al inicio para continuar con la secuencia. El ángulo final del cono facilita extracción del producto. Como podemos observar esta secuencia ocupa 10 pasos.

3.6.1.2 Señales de Entradas/Salidas

La identificación de las entradas y salidas que se asignaran al PLC, de los diferentes dispositivos utilizados en este módulo, se detallan en la tabla IV.I. Tanto las entradas así como las salidas deben estar correctamente identificadas y numeradas, para poder realizar la conexión respectiva al PLC, así como para poder asignar las direcciones correctas de cada una de las entradas y salidas, al desarrollar el programa en el software que se vaya a utilizar para efecto.

ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES

E/S	DIRECCIÓN FÍSICA	TAG	DESCRIPCIÓN
Entrada	I1	Emerg	Botón que Detendrá la ejecución del proceso inesperadamente
Entrada	I2	Ini.	Entrada que controlara el inicio de la secuencia
Entrada	I3	Stop	Utilización para Manejo en Modo Manual, Sube Baja el Gato Hidraulico.
Entrada	I4	M.A.	Mando Automático, control de elevación y de bajada de forma automática. La negación de la dicha variable se considerara como manual y se podrá subir y bajar el gato hidráulico con I2 o I3 respectivamente.
Entrada	I5	P2	Posición del Selector para realizar el Producto Tipo Queso de forma automática
Entrada	I6	P1	Posición del Selector para realizar el Producto Tipo Pelota de forma automática

Entrada	I8	F.C.S	Final de carrera superior
Entrada	I9	F.C.I	Final de carrera inferior.
Salida	Q1	MT1	Motor Controla los Conos
Salida	Q2	C.MT	Contactores Motores
Salida	Q3	B.O.	Motor Controla Brazos Ovilladores
Salida	Q4	LPV	Luz Piloto Verde Proceso en ejecucion
Salida	Q5	LPR	Luz Piloto Roja Proceso en Para

Tabla III- IV Asignación de Entradas/Salida en el PLC.

Fuente: Los Autores

3.6.1.3 Grafcet

Identificadas las señales de entradas y salidas, se aplica el método de programación Grafcet para determinar la secuencia de funcionamiento de la máquina. Este método es simple y de fácil aprendizaje, que a su vez viene a ser muy didáctico para los laboratorios de aprendizaje de automatización industrial.

Este método se basa en que una etapa se ejecuta a la vez, es decir para ejecutar una etapa debe apagar la anterior y debe estar inactiva la siguiente.

Y para lograr que una etapa se quede encendida u operando se recurre al método Grafcet de segundo nivel, el cual consiste en utilizar el SET y RESET de las memorias.

3.6.1.4 Determinación de ecuaciones

Como se dijo anteriormente, la secuencia en serie es la más óptima para el proceso de Ovillación de Cuerda, entonces es esta secuencia la que se programa en el PLC. A continuación se estructura dos láminas con los repetitivos procesos de diseño tanto con el método de Grafcet, determinación de ecuaciones y dos tablas que resumen en pocas palabras las asignaciones de entrada y salida, para una rápida comprensión de del programa que se va mas adelante a programar sobre LOGO SoftH.

Grafcet Secuencia Producto Uno



DISPOSICION DE ENTRADAS & SALIDAS

Entradas	LOGO	Salidas	Logo
Stop Emergencia	I1	Motor Cono	Q1
Inicio	I2	Contactador	Q2
Stop (NC)	I3	Motores	Q3
Mando Automático	I4	Brazo Ovillado	Q4
Producto Dos	I5	Luz Piloto ON (Verde)	Q5
Producto Uno	I6	Luz Piloto OFF (Roja)	
Final de Carrera Superior	I8		
Final de Carrera Inferior	I9		

ECUACIONES

Proceso	Ecuación
Baja Gato H. (θ1)	$M1 = \text{Inicio} + M1/M2$
Tiempo De Enrollado 1	$M2 = M2/M3 + M1/I9$
Sube Gato (θ2)	$M3 = M3/M4 + M2/T1$
Tiempo De Enrollado 2	$M4 = M4/M5 + M3/T2$
Sube Gato (θ3)	$M5 = M5/M6 + M4/T3$
Tiempo De Enrollado 3	$M6 = M5/M1 + M5/I8$



Grafcet Secuencia Producto Dos

DISPOSICION DE ENTRADAS & SALIDAS



ECUACIONES

Proceso	Ecuación
Baja Gato H. (θ1)	$M7 = \text{Inicio} + M7/M9$
Tiempo De Enrollado 1	$M9 = M9/M10 + M7/I9$
Sube Gato (θ2)	$M10 = M10/M7 + M9/T1$



3.6.2 Conexión LOGO! a un PC

3.6.2.1 Conectar un cable de PC

Para poder conectar LOGO! con un PC se necesita el cable de conexión LOGO!-PC (consulte el número de referencia en el anexo E).

Retire la cubierta o el módulo de programa (Card) de su LOGO! e inserte el cable. El otro extremo del cable se enchufa en la interfase en serie de su PC.

3.6.2.2 Conectar el cable de PC en el puerto USB

Si su PC sólo dispone de puertos USB (Universal Serial Bus), necesitará un convertidor y los controles correspondientes, que permita la conexión del cable de LOGO! en el puerto USB de su PC. Para la instalación de los controles del convertidor deberá seguir las instrucciones del fabricante.

Al seleccionar el control debe indicar correctamente la versión de su sistema operativo Windows.

3.6.2.3 Conmute LOGO! en el modo operativo PC_LOGO

1. Conmute LOGO! con/sin pantalla en STOP desde el PC (vea la ayuda en pantalla de LOGO!SoftComfort) o seleccione ESC / > Stop en un dispositivo con pantalla y confirme con 'Yes'.

Mientras LOGO! está en STOP y está conectado al PC, se comprenden los siguientes comandos de PC:

- Conmutar LOGO! en modo RUN
- Leer/escribir programas
- Hora, leer/escribir horario de verano/de invierno.

2. Al iniciar el proceso de carga o descarga en modo STOP, aparece automáticamente la siguiente indicación:



Figura III- 81. Modo de Transferencia Pc a Logo

Fuente: Logo SoftComfort

Nota

Para otras versiones de dispositivo con/sin pantalla hasta 0BA3, el cambio al modo operativo PC_LOGO es automático:

- Desconecte la tensión de alimentación de LOGO!.
- Retire la cubierta o el módulo de programa (Card) y conecte el cable en ese punto.
- Vuelva a conectar la tensión.

LOGO! pasa automáticamente al modo operativo PC_LOGO.

3.6.2.4 Transferir Programa desde LOGO Soft Comfort.

- Una vez Finalizado la programación se debe determinar el tipo de Logo con el que se está trabajando, para una correcta transferencia del programa. Se lo puede realizar de dos maneras; la más rápida será utilizando teclas rápidas en este caso F2 o dirigiéndose a Tool →Determinar LOGOj.

A continuación el programa auto detectará el hardware que está conectado a través de calve USB

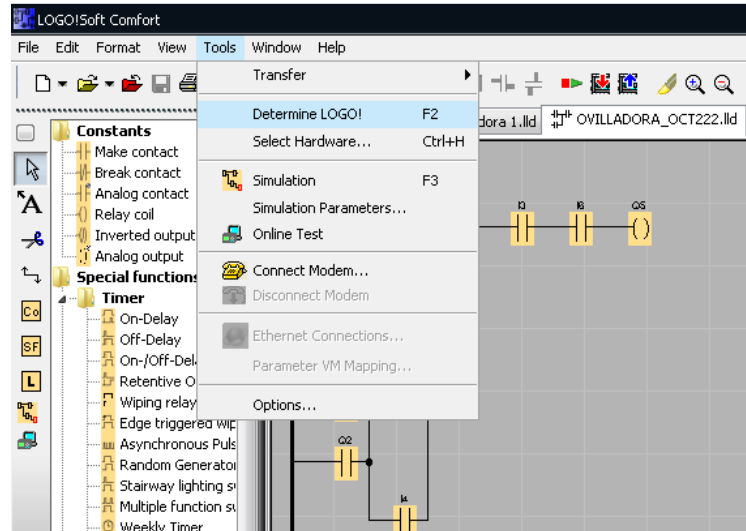


Figura III- 82. . Determinación del LOGO.

Fuente: Logo SoftComfort

- Para transferir el Programa desde la PC al Logo deberemos ir a: Tool → Transfer → PC → LOGO

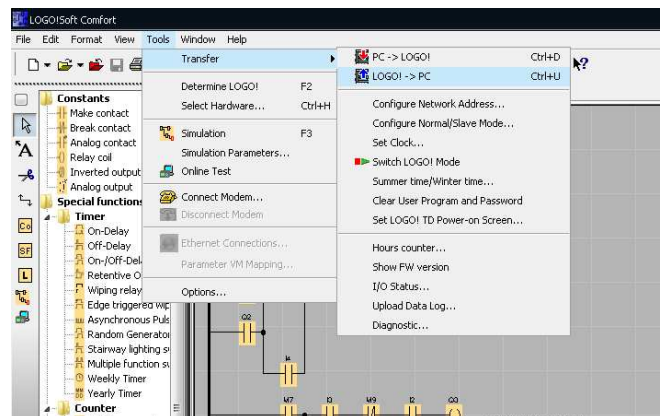


Figura III- 83. Transferencia del Pc → LOGO.

Fuente: Logo SoftComfort

- En caso de que el programa aun no haya detectado el puerto por el cual se va a realizar la comunicación. Debemos seleccionar de forma Manual. La imagen que a continuación se muestra indica dicho proceso, después de tratar de transferir.

Seleccionamos el Botón "Select New Interface..." si conocemos el puerto al cual está conectado nuestro LOGO lo seleccionamos de la lista, de lo contrario presionamos "AutomaticDeteccion"

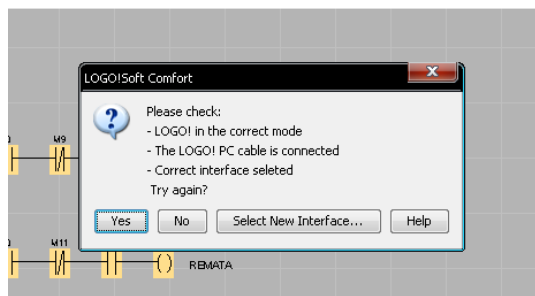


Figura III- 84. Selección de Puerto de Comunicación

Fuente: Logo SoftComfort

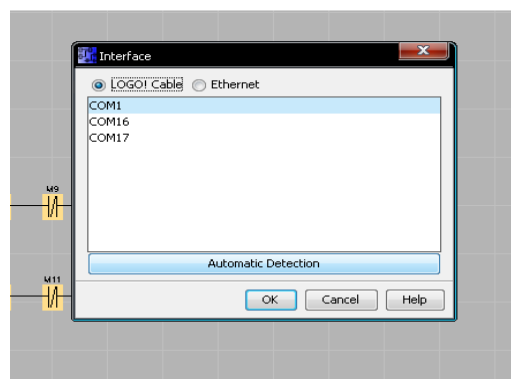


Figura III- 85. Selección u Auto detección del puerto de Comunicación.

Fuente: Logo SoftComfort

Si los pasos anterior mente detallados se han realizado como se indica las imágenes anteriores emergerá una ventana indicando que si desea poner al LOGO en RUN. Esto dará por culminada la trasferencia del programa al LOGO y el arranque del mismo.

3.6.2.5 Finalizar el modo operativo PC_LOGO

Una vez finalizada la transmisión de datos, la conexión con el PC se interrumpe automáticamente.

Nota

Si el programa elaborado con LOGO!SoftComfort dispone de una contraseña, en la transmisión de datos se transfiere el programa y la contraseña a LOGO!. Al finalizar la transmisión de datos se activa la consulta de contraseña. Sólo será posible cargar un programa elaborado con LOGO! y protegido con contraseña en el PC si se introduce la contraseña correcta en LOGO!SoftComfort.

CAPITULO 4

4 ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Presentación

En este capítulo se muestran los resultados de la investigación, el cual comprende el análisis e interpretación de resultados conclusiones y recomendaciones.

Se ha considera una buena herramienta para la recopilación, la técnica de investigación de campo ya que nos permitirá encontrar datos de primera mano, fáciles de tabular y fácil interpretación sobre la implementación de una Maquina Ovilladora de Cuerdas de Polímero.

Para tal fin necesitamos conocer magnitudes tales como:

- ✓ Tiempo de Elaboración Unitaria del Producto
- ✓ Peso del Producto.
- ✓ Presentaciones o Formas del Producto.

Para la obtención de estas variables se realizó directamente en el campo de investigación, en este caso la Empresa Inducuerdas. Obteniendo los siguientes Resultados:

4.2 Tiempo de Elaboración Unitaria del Producto

Para dicho fin se contó con un cronometro, para la toma del tiempo obteniendo los siguientes resultados en 10 pruebas en transcurso de 30 minutos y su comparación con la maquina ya implementada que más adelante mostraremos.

N° Muestras	Producto 1(min:seg)	Peso(Kg)	Producto 2 (min:seg)	Peso(Kg)
1	3:20	1,15	2:20	0,70
2	3:00	0,95	2:05	0,55
3	3:05	1,05	2:17	0,65
4	3:10	1,1	3:07	1,14
5	3:20	1,14	3:05	1,06
6	3:17	1,12	3:17	1,12
7	3:05	1	3:14	1,11

8	3:10	1,11	3:00	1,14
9	3:14	1,13	3:07	1,02
10	3:07	1,1	3:10	1,09

Tabla IV- ITabla de tomas de Tiempos de Producto1 denominado Tipo Queso y Producto

2 Tipo Pelota

Fuente: Los Autores

4.2.1 Análisis de Datos de Tiempo

GRAFICA DE PESO VS TIEMPO PRODUCTO 1

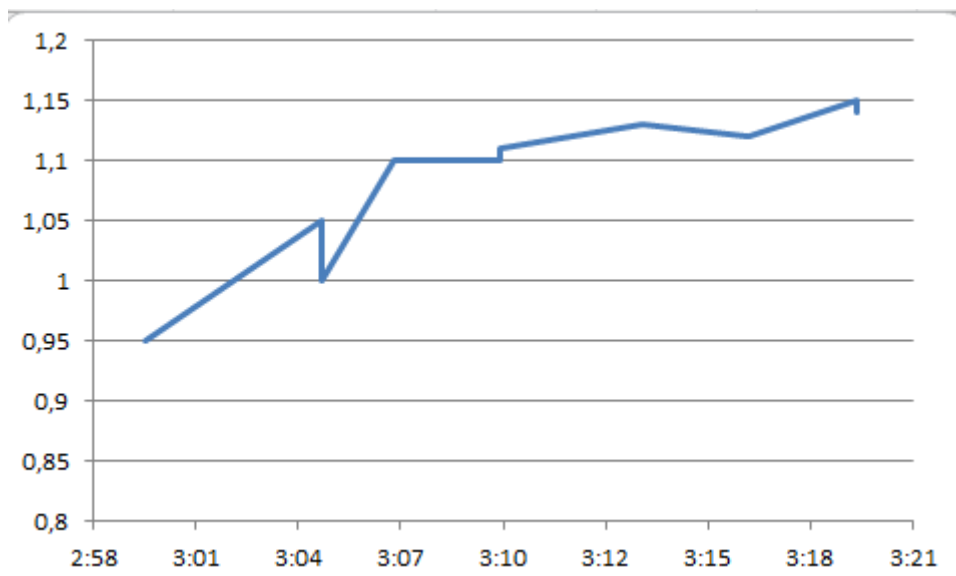


Figura IV- 86. Donde se detalla el resultado de toma de datos de tiempo vs peso para el producto 1

Fuente: Los Autores

GRAFICA DE PESO VS TIEMPO PRODUCTO 2

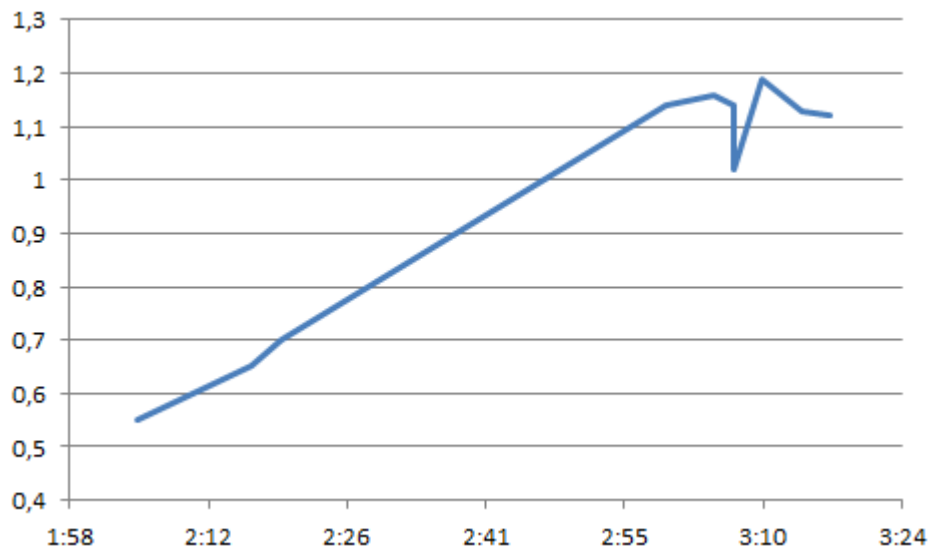


Figura IV- 87. Peso vs Tiempo Producto 2

Fuente: Los Autores

Como podemos ver el sistema utilizado para la elaboración de los dos productos es impreciso con respecto al peso, esto sucede debido a que la puesta en marcha como al momento de detener el proceso es de forma manual, está a consideración del operador cuando e iniciar y cuando parar el proceso.

El peso correcto que deben cumplir todos los productos según la empresa es de 1 Kilo con respecto a los dos productos, más o menos el 2 % dentro de lo permitido, en la gráfica anterior podemos apreciar que incluso este requerimiento no se cumple por las mismas razones antes mencionadas, generando al que el operador retire el excedente de producto de forma manual hasta que el producto este dentro del peso permitido.

También se ha logrado logro obtener de forma empírica el dato de tiempo necesario para obtener los producto deseados, en función de su peso y forma.

Siendo los siguientes.

	PESO	TIEMPO
P1	1	3:05
P2	1	2:48

Tabla IV- II Datos empíricos de peso con una estimación de tiempo.

Fuente: Los Autores

Estos tiempos no son reales y se los utiliza como base para posibles mejoras tanto en producción como en eficiencia de elaboración por producto ya que para dicho fin la maquinaria trabaja a una velocidad y por ende a una frecuencia determinada es decir los datos que aquí se muestran no cuenta con un sistema que pueda manipular dichas variables, por ende el motor trabaja a su máxima velocidad como a la frecuencia máxima que es 60Hz y 3200 rpm respectivamente.

4.3 Peso

Para determinar el rango correcto del peso del producto, podemos remitirnos a las gráficas estadísticas de la anterior magnitud para obtener un tiempo base en función de peso es decir misma magnitud pero a nivel unitario, cuanto tiempo obtenemos un peso deseado.

Esto lo podemos conseguir de manera experimental ya que los datos anteriormente recopilada nos permite tal facilidad. Por ende lo que debemos hacer una

liberalización de todos los valores, en este caso tomaremos el dato mayor y el menor peso y realizaremos la división para la diferencia de tiempo de igual manera al tiempo que ambas magnitudes tengan.

$$\frac{Pa - Pb}{Ta - Tb}$$

Donde:

Pb: Peso Menor Obtenido en las mediciones.

Tb: Tiempo Menor dentro de las mediciones.

Pa: Peso Mayor Obtenido en las mediciones.

Ta: Tiempo Mayor dentro de las mediciones.

La magnitud que aquí encontraremos será kg por segundo. Los valores determinados y resultados de las magnitudes se muestran a continuación.

	PESO MAXIMO	TIEMPO MAXIMO	PESO MINIMO	TIEMPO MINIMO	KG/S
P1	1,15	200	0,95	180	0,0100
P2	1,14	197	0,55	140	0,0104

Tabla IV- III Obtención Experimental de Peso en Función del Tiempo.

Fuente: Los Autores

Como podemos observar en los dos productos se ve conservado la relación de peso ya que los dos productos se lo realizan en la misma maquinaria sujeta a los mismos parámetros de funcionamiento pero distinta forma de presentación.

Es decir en el proceso anterior determinamos empíricamente que se puede hacer un producto en un determinado tiempo ideal, ahora con estos datos podemos afirmar o desmentir que dichos valores son acertados o incorrectos, con la finalidad de obtener datos más adecuados que nos permitan mejorar el proceso en función de sus antecedentes.

Con el dato anteriormente encontrado podemos determinar exactamente cuánto tiempo debemos utilizar para obtener el peso ideal.

Utilizando el método de la recta en vista que posee la misma relación en ambos productos podemos determinar cuánto tiempo exacto se necesita. Como se cuenta con dos puntos se construirá la ecuación que rige a dicho producto.

$$P1(1,15; 200)P2(0,95; 180)$$

$$\frac{y - 200}{x - 0,95} = \frac{200 - 180}{1,15 - 0,95}$$

$$y - 180 = 200(x - 0,95)$$

$$y - 180 = 200x - 190$$

$$y = 200x - 10$$

$$x = \frac{y + 10}{200}$$

Siendo coordenada x el peso, la coordenada y el tiempo, de acuerdo a lo anterior y respaldando x por el peso deseado que es 1 Kg, se obtiene que es suficiente 190 segundos para obtener un producto de 1Kg, lo cual nos indica que los datos anteriores la estimación están más que justificada, ya que para el

dato del producto 1 se estimó que se necesitaría un aproximado de 3 minutos con 5 segundos como indica la tabla , con este cálculo nos indica que son 190 segundos que en realidad es 3 minutos y 10 segundos ; realmente una aproximación bástate buena ya que se lo estimo de manera gráfica y poco técnica.

4.4 Presentaciones o Formas del Producto.

Una vez que ya se han diseñado herramientas para determinar el peso en función del tiempo es momento de relacionar dichas variables, con la forma del producto para tal fin se realizó el siguiente tabla que señala los requerimientos para de dichos productos. Para el desarrollo de la tabla se realizó pruebas manuales, con la finalidad de obtener la forma más adecuada del producto en función de su presentación. Obteniendo los siguientes requerimientos:

Producto	Forma	Ángulos
Tipo Queso		1
Tipo Pelota		3

Tabla IV- IV De Forma de Producto a Realizar.

Fuente: Los Autores

Para la elaboración del producto Tipo Queso se tomó varios ensayos los cuales, se pudo afirmar lo antes indicado, se determinó que la forma del queso se veía influenciada por el ángulo entre más pronunciado sea, mayor va a ser el alto de la misma, considerando que se necesita un producto atractivo a la vista se eligió como mejor opción que el ángulo que forma el cono con el brazo ovillador sea de casi 90 grados.

Para el Producto tipo Pelota se realizó una serie de pruebas y errores los cuales ayudaron para determinar la mejor manera para formar este producto al inicio de los ensayos se practicó de forma manual dando los ángulos iniciando con 5 ángulos logrando la forma deseada, pero poco factible en comparación del tiempo que se requería mejorar. Por tal motivo se repitió el proceso para bajar el número de ángulos hasta 3 con excelentes prestaciones en tiempo, que más adelante debían ser mejorados para poder cumplir con lo planteado para dicha tesis.

Una vez que se ha podido determinar la forma más adecuada para obtener las diferentes presentaciones de los productos ya podemos contar con datos reales y de primera mano para la verificación o desmentir la hipótesis planteada en esta tesis y los reajustes que se debieron tomar para cumplir con las expectativas planteadas.

4.5 Resultados

Con el diseño de la maquinaria y análisis de la problemática a resolver se decidió realizar las siguientes consideraciones para que el proyecto salga a flote de la mejor manera y cumpla con las expectativas aquí planteadas.

- a) El Control absoluto lo debía tomar un PLC en nuestro caso basto con la utilización de un Logo RC 12/24 que cumplía los requerimientos antes analizados.
- b) Para poder disminuir el Tiempo de producción Unitaria se tomó en consideración dos factores.
 - Control de Velocidad del Motor sección en la cual un Variador de Frecuencia cumplía dicho fin.
 - Aumento de RPM que podía brindar el motor principal por tal motivo se eligió un motor de 2 HP con 7200 RPM que en comparación del anterior proceso solo era de 3200 rpm.

Una vez culminado el diseño, y la implementación de la maquinaria se empezó a tomar pruebas para lograr los reajustes pertinentes que permitan la mejora del proceso con respecto al que se realizaba de forma manual. Obteniendo de primera mano las siguientes impresiones:

- Los operadores ya no debían hacer un cálculo estimado de tiempo para obtener el producto en un peso específico ya que la máquina contaba con un PLC que controla la variable del tiempo antes mencionada.
- Los dos productos se podían desarrollar de manera fácil y eficaz cumpliendo con los requerimientos de peso y forma antes analizados.
- El tiempo de producción necesario disminuyo notablemente ya que se utilizó sistemas de cadenas y sistemas de transmisión lineal para

poder mejorar el control de la velocidad del proceso y el manejo del ángulo a cargo de un gato hidráulico.

Los ítems antes expuesto son resultados obtenidos a través de los operarios de primera mano con respecto a la maquinaria ya puesta en marcha y que más adelante demostraremos la respetiva tablas comparativas.

4.6 Resultados Tiempo de Elaboración Unitaria del Producto

Considerando que en el análisis de la problemática se estimó un tiempo mínimo de 3 minutos y 10 segundos para la elaboración de un solo producto y con la toma de las debidas medidas para el cumplimiento de los objetivos planteados para esta tesis se obtuvo los siguientes resultados con respecto a los antes obtenidos.

N° Muestras	Producto 1(min:seg)	Peso(Kg)	Prducto 2 (min:seg)	Peso(Kg)
1	0:35	1,01	1:06	1,01
2	0:35	0,99	1:06	1,01
3	0:35	1	1:06	1,01
4	0:35	0,98	1:06	1
5	0:35	1	1:06	1,01
6	0:35	1,02	1:06	1,02

7	0:35	1	1:06	1,01
8	0:35	1	1:06	0,99
9	0:35	1,03	1:06	0,99
10	0:35	1	1:06	1,01

Tabla IV- V Tiempo de Elaboración Unitaria por Producto
Fuente: Los Autores

Los datos expuestos en la tabla se rigen en comparación a la anterior maquinaria en función a los siguientes parámetros:

- a) El motor en el proceso anterior trabajaba al total de su carga a una velocidad de 3200 rpm a una frecuencia de 60 Hz y sin control de paro cuando cumpla con el peso deseado ni un control de tiempo. En esta tabla se está trabajando a una frecuencia de 35 Hz en un motor de 7200 rpm que se controla a través de un variador de Frecuencia que a su vez es comandado por un LOGO que detenga el proceso cuando cumpla el tiempo antes calculado para cada producto.
- b) Los tiempos paro son exactos ya que se cuenta con una programación sólida en función al tiempo.

Datos de maquinaria actual vs maquina antigua:

TIEMPO				
Producto	Maquinaria Anterior	Maquinaria Nueva	Diferencia	Porcentaje De Mejora
Tipo Queso	3:10	0:35	2:35	81,58
Tipo Pelota	3:10	1:06	2:04	65,26

Tabla IV- VI Datos comparativos entre los tiempos de la maquinaria antigua y la actual

Fuente: Los Autores

Como podemos fijarnos hay una disminución importante de tiempo en la producción de cada uno de los productos, reflejan un decremento de más del 50% en el producto tipo Pelota y un 80 % en el de tipo Queso siendo este el más significativo.

Con este y todos los resultados anteriormente analizados y logrados da como resultado un cumplimiento total de todos los objetivos planteados al inicio de la tesis.

4.7 Estudio de Costos

En el siguiente análisis económico se pretende dar una descripción general de todos los gastos realizados para obtener el valor de la inversión realizada en el diseño y construcción de la máquina.

4.7.1 Costos Directos

En el análisis de costos directos se toman en cuenta los gastos por materiales, mano de obra, equipos o maquinarias utilizados y transporte, los mismos que se detallan en los literales siguientes:

a) Costos de materiales accesorios mecánicos y eléctricos.

CANTIDAD	DESCRIPCION	V/UNIT	COSTO
1	Estructura Metálica Robusta como base para Maquinaria	1400	1400
5	Rodamiento SKF 6202	3,04	15,2
3	Chumaseira (2")	10,89	32,67
1	Cadena de Transmisión 7 m.	35	35
1	Bandas de Transmisión	10	10
1	Engranaje Recto	85	85
2	Engranaje Tipo Cono-Corona	52,5	105
1	Engranaje Tipo Tornillo sin Fin	71	71
1	Polea 3.5" Hierro Fundido	35	35
1	Polea 5" Hierro Fundido	42	42
1	Polea 4,5" Hierro Fundido	40	40
1	Aceite de Tranmision	22	22
35	Rodela Plana SAE 3/8	0,02	0,7
30	Rodela Plana SAE 1/2	0,02	0,6
35	Rodela de Presión SAE 3/8	0,04	1,4
20	Rodela de Presión SAE 1/2	0,04	0,8
35	Tuerca Acero G8 SAE UNC 3/8	0,05	1
20	Tuerca Acero G8 SAE UNC 1/2	0,1	2
10	Tuercas Acero G8 SAE UNF 1	1,11	11,1
TOTAL			1910,47

Tabla IV- VIICostos materiales y accesorios mecánicos.

Fuente: Los Autores

Costo total en materiales y accesorios mecánicos para la máquina es de **1910,47 usd.**

CANTIDAD	DESCRIPCION	V/UNIT	COSTO
1	Motor Trifásico AC - 1HP/220V	280	280
1	PLC Logo Siemens 6ED1 052-1MD00-0BA512/24 RC	123	123
1	Módulo de Expansión Logo 6ED1 055-1MB00-0BA1	69	69
1	Fuente Logo 24 V	75	75
1	Cable PC-LOGO! (USB)	85	85
1	Piston Electrohidráulico 220 V	320	320
1	Variador de Frecuencia LS - 2 HP	250	250
3	Relé con Base 5A	12	36
2	Guardamotor 7A - 2HP	45	90
2	Contactador 7A - 2HP	15	30
1	Breaker 40A	18	18
2	Fusible 2A	0,25	0,5
1	Capacitor de Trabajo - 12,5uf.	5	5
1	Pulsador Verde NA.	9,57	9,57
1	Pulsador Rojo NC.	9,57	9,57
1	Pulsador de Emergencia Tipo Hongo NC.	15,39	15,39
1	Selector 3 Posiciones	17,86	17,86
1	Funda de Terminales 100 unidades -18AWG	12	12
25	Borneras 10A	2,2	55
1	Luz Piloto Roja 22mm. - 220V	10,1	10,1
1	Luz Piloto Verde 22mm. - 220V	10,1	10,1
1	Luz Piloto Intermitente de Alarma 22mm-220V	12	12
10 m	Cable Eléctrico 18 AWG	0,25	2,5
1	Canaleta Plástica 40*16 mm	8	8
1	Armario Eléctrico 100*120 cm.	95	95
TOTAL			1638,59

Tabla IV- VIIICostos materiales y accesorios eléctricos.

Fuente: Los Autores

Costo total en materiales y accesorios eléctricos para la máquina es de **1638,59 usd.**

El costo total por materiales para la máquina automática para prefabricados de hormigón es:

MATERIALES	VALOR (USD)
Mecánicos	1910,47
Eléctricos	1638,59
TOTAL	3549,06

Tabla IV- IXCosto total por materiales.

Fuente: Los Autores

b) Costos por maquinaria y equipos utilizados.

Máquina/Herramienta	Costo/Hora	Horas Equipo	Costo
Torno	12	42	504
Soldadora MIG	3	135	405
Dobladora Mecánica	5	5	25
Amoladora	1	20	20
Compresor	3	25	75
Otros Equipos	*	*	100
TOTAL			1129

Tabla IV- XCostos por maquinaria y equipos utilizados.

Fuente: Los Autores

c) Costos por mano de obra.

Trabajador	Salario/Hora	Horas Hombre	Costo
Ayudante Mecánico	2	250	500
TOTAL			500

Tabla IV- XICostos por mano de obra.

Fuente: Los Autores

Valor Total por Costos Directos es:

Costos	Valor (USD)
Materiales y Accesorios	3549,06
Equipos Utilizados	1129
Mano de Obra	500
Total Costos Directos	5178,06

Tabla IV- XIValor total costos directos

Fuente: Los Autores

4.7.2 Costos Indirectos

Detalle	Cantidad (%CD)	Valor (usd)
Diseño y Supervisión	10%	517,81
Imprevistos	5%	258,9
Utilidad	0	*
Total Costos Indirectos		776,71

Tabla IV- XIII Costos indirectos

Fuente: Los Autores

4.7.3 Costos Totales

Los costos totales son a la suma de los costos directos(**CD**) más los costos indirectos(**CI**), sumados estos dos valores se tiene el valor de **5954,77usd**. (Cinco mil novecientos cincuenta y cuatro dólares con setenta y siete centavos).

CONCLUSIONES

- Se mejoró considerablemente el proceso de ovillado con la ayuda de sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos y sistemas hidráulicos.
- Se investigó técnicas de transmisión mecánica, para control la transmisión de la velocidad en función de datos experimentales, logrando resultados bastantes considerables ya que es una materia poco abarcada por la carrera.
- Las pruebas y constantes errores permitió, no solo determinar la mejor manera para obtener la forma del producto deseado si no también tentativamente una obtención indirecta del tiempo que llevaría en la producción base por unidad, siendo este último dato de considerable importancia ya que ese sería el dato a mejorar,
- Obtención total de control satisfactorio del proceso, se logró con las implementaciones del conjunto de procesos y una sólida programación.
- La programación del proceso, no solo requisito que cumpla las condiciones para la producción del producto, sino también un uso adecuado de la maquinaria con normas de seguridad a nivel industrial.
- La combinación y el estudio profundo de varios sistemas en el tema mecánico fue fundamental para la obtención de tan buenos resultados, en especial el campo de la transmisión mecánica por engranajes, poleas y diversas técnicas para aumentar y disminuir la velocidad logrando así un control más detallado del proceso.

- El diseño y puesta en marcha requiero de una total experticia no solo en el campo eléctrico/eléctrico que es en la rama que nos hemos desarrollado, sino más bien en un conocimiento parcial de cómo trabajan los sistemas mecánicos y como nos ayudarían estos para la solución de la problemática, siendo este último tema la base de nuestra investigación para la generación de la presente y futuras investigaciones en el área de ovillado de cuerdas.
- Disminución considerable del tiempo de producción por unidad logrando una mejora porcentual del 81 % para el producto Tipo Queso y un 65% en el Tipo Pelota con respecto a los tiempos de producción por unidad recopilados en el campo de investigación.

RECOMENDACIONES

- Mejorar el sistema hidráulico o sustituir el mismo por un sistema más confiable y que pueda trabajar más horas continuas.
- Para futuras investigaciones & implementaciones se recomienda que lo haga con un número mayor de conos ovilladores, ya que esto justificara de mejor manera el uso de los recursos que se utilizó para la construcción y correspondiente automatización.
- Realizar una ampliación de la máquina Ovilladora en el número de conos ovilladores, mejora que optimizará el mismo sistema de control, automatización y conseguirá incrementar aún más la capacidad de producción de la máquina.
- Que se haga un cálculo y reajuste en la parte del brazo ovillador ya que debido a este inconveniente se producían saltos inapropiados de la cuerda, y por consiguiente una mala formación y acabado del producto, siendo este problema controlado parcialmente con un reajuste del punto centro del producto.
- Realizar un mantenimiento y limpieza regular de todas las partes mecánicas, ya que en su mayoría son partes móviles que necesitan de lubricación, de lo contrario podría ocasionar un endurecimiento de los sistemas de transmisión mecánica.

- Tener un control constante de la tensión existente en la cuerda de polímero plástico ya que esta variable actúa directamente sobre el consumo de torque y por ende el consumo innecesario de corriente.
- No utilizar equipos que puedan obstaculizar ni el sonido y mucho menos que no permitan la visualización en su totalidad del proceso, esto como norma de seguridad ya que existe partes móviles que actúan a gran velocidad y una partes que se móvil que se encarga de dar los ángulos deseados.

RESUMEN

Se diseñó, automatizó e implementó una Máquina Ovilladora para cuerda polímero plástica en la Empresa InducuerdasLtda,, empresa ubicada en el Cantón Guano perteneciente a la provincia de Chimborazo en el Km. 5 de la vía Riobamba – Guano.

Para recopilar todo tipo de conocimientos e información previa para el desarrollo de este proyecto se utilizó un Estudio de Campo. El cual a través del análisis de productos de la empresa Inducuerdas Ltda. anteriormente creados con este tipo de procesos electro mecanizados han servido para recopilar, seleccionar, adaptar, rediseñar e implementar los mecanismos y sistemas de una mejor alternativa en la construcción de la máquina.

Como resultado de nuestro proyecto, se utilizó un Sistema Mecánico, Sistema Eléctrico y un Sistema Hidráulico. Para el control y automatización de los diferentes sistemas y procesos se utilizó un PLC (Controlador Lógico Programable) Logo Siemens 12/24 RC. La producción final que se obtiene con esta máquina es de aproximadamente 28 Ovillos de 2 Kg/hora en un Tiempo de Ovillado/Producto de 2 min. y 17 seg. y 55 Ovillos de 1 Kg/hora en un Tiempo de Ovillado/Producto de 1min. y 10 seg.

Una vez efectuado las pruebas se comprobó que con la implementación de estos sistemas se obtiene el producto en menor tiempo, un buen acabado, y una mejor presentación, cumpliendo con los requerimientos por la empresa y demanda del consumidor.

Se recomienda que en el futuro para la aplicación de la presente investigación se realice una ampliación de la máquina Ovilladora en el número de conos ovilladores, mejora que optimizará el mismo sistema de control, automatización y conseguirá incrementar aún más la capacidad de producción de la máquina.

SUMMARY

It was designed, automatized and implemented a Clewing Machine for polymer plastic rope in the Company Inducuerdas Ltda., located in Guano city in Chimborazo province on the 5th. on the way Riobamba – Guano. In order to compile all kind of knowledge and previous information for the development of this project, the analytical method was used, wich through the products analysis of Inducuerdas Ltda. Enterprise created with these kind of electro mechanized processes have helped to collect, chose, adapt, redesign and implement the mechanisms and system of a better alternative in construction of the machine. As result of the project, it was used a Mechanical System, Electrical System and Hydraulic System. For the control and automation of the different systems and processes it was used a PLC (Programmable Logical Controller) Logo Siemens 12/24 RC. The final production obtained with this machine is approximately 28 heaps of 2 kg/hour in a Clewing / Product time of 2 min 17 sec, and 55 heaps of 1 Kg /hour in Clewing / Product time of 1 min. 10 sec. Once performed the tests, it was proved that with the implementation of these systems, the product is obtained in a shorter time, a good finishing, and a better presentation, accomplishing with the requirements of the enterprise and consumer demand. It is recommended that in the future for the application of the present research to be done with the width of a clewing machine in the same number of the clewing cones, improvement that will optimize the control and automation systems themselves and will get to increase even more the machine production capacity.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- BOLTON., W.**, Mecatrónica: sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica.,4ª. ed., México D.F – México., Alfaomega., 2010., Pp. 22-58-150-171-192-216

- 2.-SHIGLEY, J.**, Diseño en Ingeniería Mecánica., 5ª.ed., México D.F – Mexico., McGraw-Hill, 1990., Pp. 602-668.

- 3.-FAIRES, M.**, Diseño de Elementos de Máquinas, México., Limusa, 2003., Pp. 337 – 364.

- 4.-GERE, J.**, Mecánica de materiales., 2ª. ed., México., Grupo Editorial Iberoamericana, 1984., Pp. 23 – 31.

- 5.- ROLDAN, J.**, Neumática, hidráulica y electricidad aplicada.,2ª. ed., España., Editorial Paraninfo, 1991., Pp. 141 – 143.

6.- PROCESO DE OVILLADO CUERDA POLIMERO PLÁSTICA

<http://aliso.pntic.mec.es/cm10029/PLASTICOS/Generalidades.html>

2012-03-21

<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

2012-03-26

7.- VARIADORES DE FRECUENCIA

[http://diagramas.diagramasde.com/otros/Sistemas de regulacion m
quinas electricas.pdf](http://diagramas.diagramasde.com/otros/Sistemas_de_regulacion_mquinas_electricas.pdf)

2012-10-05

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

2012-10-15

[http://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-variador-de-
frecuencia-y-como-es-que-funciona-60877.htm](http://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-variador-de-frecuencia-y-como-es-que-funciona-60877.htm)

2013-01-17

8.- CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

[http://www.emagister.com/curso-controladores-logicos-
programables/programacion-plc-1](http://www.emagister.com/curso-controladores-logicos-programables/programacion-plc-1)

2012-10-24

9.- MANUAL PLC LOGO SIEMENS 12/24 RC

[http://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_165274
61_HB/Logo_s.pdf](http://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_16527461_HB/Logo_s.pdf)

2012-10-27

<http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/pages/default>.

2012-11-12

<http://es.scribd.com/doc/61774232/Descripcion-y-uso-del-PLC-LOGO-230-RC-Siemens#download>

2013-01-20

10.- MANUAL LOGO SOFT

[http://nclem.net/gradrgi/Logo/Logiciel/LogoSC/V1.0/Tools/LOGOSoft%20Comfort/prog/bin/LogoComfort ES.pdf](http://nclem.net/gradrgi/Logo/Logiciel/LogoSC/V1.0/Tools/LOGOSoft%20Comfort/prog/bin/LogoComfort_ES.pdf)

2012-11-21

11.- MAQUINAS ELECTRICAS

<http://www.monografias.com/trabajos36/maquinas-electricas/maquinas-electricas.shtml>

2012-04-07

http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/iiee/Documentos/Teorico/Comando_motores.pdf

2012-04-10

12.- ACTUADORES HIDRAULICOS

<http://es.scribd.com/doc/60792595/Actuadores>

2012-07-10

<http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%201.pdf>

2012-07-20

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/actuadores_hidraulicos/

2012-07-21

<http://es.scribd.com/doc/73029215/Clasificacion-De-Los-Cilindros-Hidraulicos-Y-Neumaticos>

2012-07-21

13.- DISEÑO DE MAQUINARIA

<http://es.scribd.com/doc/38635375/TP-2-y-3-Diseno-de-Engranajes-Rectos-y-Helicoidales>

2012-04-17

http://www.imac.unavarra.es/web_imac/pages/docencia/asignaturas/tm/pdfdoc_th/apuntes/apuntes_tema7.pdf

2012-05-12

<http://almez.pntic.mec.es/jgonza86/Sistemas%20de%20engranajes.htm>

2012-05-15

http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//1000/1101/html/5_transmision_por_engranajes.html

2012-05-27

<http://es.scribd.com/doc/80549772/Transmision-Por-Cadenas>

2012-07-14

http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/mecanica/maquinas_y_circuitos/friccion.htm

2012-07-16

14.- GRAFCET

<http://isa.uniovi.es/genia/spanish/publicaciones/grafcet.pdf>

2013-01-03

15.- ELEMENTOS DE MANIOBRA

http://www.santafeciudad.gov.ar/media/files/digesto/digesto_tomo_1_485.pdf

2012-09-05

http://www.ingenierosenenergia.com/normativa/10_electricidad_alta_y_baja_tension/MT%202-21-78.pdf

2013-01-19

16.- SIMBOLOGIAELECTRICA

<http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/MA-EL-1-08.pdf>

2013-01-23

ANEXOS

ANEXO I

MANUAL DE USUARIO



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

MANUAL DE USUARIO

MAQUINA

**OVILLADORA ELECTROHIDRAÚLICA
DE CUERDA DE POLIMERO PLÁSTICA**

RIOBAMBA – ECUADOR

FICHA TECNICA MÁQUINA OVILLADORA

NOMBRE:	MAQUINA OVILLADORA
ALIMENTACION	CORRIENTE
220 VAC	15 A
FRECUENCIA	HORAS DE TRABAJO
60 HZ	16 H
CONFIGURACION VARIADOR	
FRECUENNCIA	CONTROL
35 HZ	PANEL LOCAL
ACELERACION	TIEMPO DE ACELERACION
AUTOMATICA	2 Seg.
FRENADO	TIEMPO DE FRENADO
AUTOMATICA	1 Seg.
CONTROL DE INICIO	GUARDA MOTOR
Pfx(Botonera)	2HP
DATOS GATO HIDRAULICO	
ALIMENTACION	CORRIENTE
110 VAC	2
CAPACITOR TRABAJO	CAMBIO DE GIRO
12,5 Uf	CONEXIÓN DE CAMBIO DE GIRO
RECORRIDO	HORAS DE TRABAJO
80 cm	8 H CON PERIODOS DE DESCANSO DE 3H
ACEITE	MANTENIMIENTO
LIVIANO	SEMANAL
TEMPERATURA	PRESION
40	6 PSI

MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA.

Indicaciones básicas para el montaje.

Se debe instalar la máquina en un área con cubierta para protección de lluvias; el tablero eléctrico de control se debe encontrar en una área seca, libres de aceite, corrientes de aire o ambientes de grasa que afecte el buen funcionamiento de los controles eléctricos de la máquina.

Anclaje y nivelación:

Antes del montaje se debe realizar una fundición del concreto en el área donde se va a instalar la máquina ya que es necesario nivelarla correctamente para su buen funcionamiento. El anclaje de la máquina se lo realiza con pernos de expansión colocados en los 12 puntos de sujeción que se indican en los planos, además se colocarán elementos de goma en los puntos de apoyo sobre el piso para absorber la vibración y aumentar la vida útil.

Ensamble:

Se debe observar y verificar que todas las partes mecánicas y eléctricas de la máquina estén conectadas adecuadamente según lo estipulado en planos. De igual forma es importante verificar el nivel de aceite hidráulico en el sistema tanto de la parte de transmisión de Ejes Cruzados (Tornillo sin Fin) y la del Gato Hidráulico a fin de verificar datos correctos de funcionamiento como lo son la presión horas de trabajo continuo y regulación de la salida y entrada del embolo en función del tiempo.



Fig.1 Sistema de Ejes Cruzados (Tornillo sin Fin).



Fig. 2 Cámara de Conexión Eléctrica y Alimentación de Aceite.

Acometida eléctrica:

La acometida es Bifásica a 220 V con neutro y una frecuencia de 60 Hz, protegida por un disyuntor de tres polos de 125 amperios. , en alambre concéntrico de 4 AWG8.

OPERACIÓN INICIAL DE LA MÁQUINA.

Antes de proceder a una producción continua es conveniente observar los siguientes pasos:

- Conectar línea de energía, según acometida eléctrica.
- Energizar el tablero de control.
- Comprobar que todos los elementos funcionen correctamente, para esto se utiliza los mandos manuales.
- Accionar el cilindro hidráulico manualmente y observar que los finales de carrera trabajen correctamente.

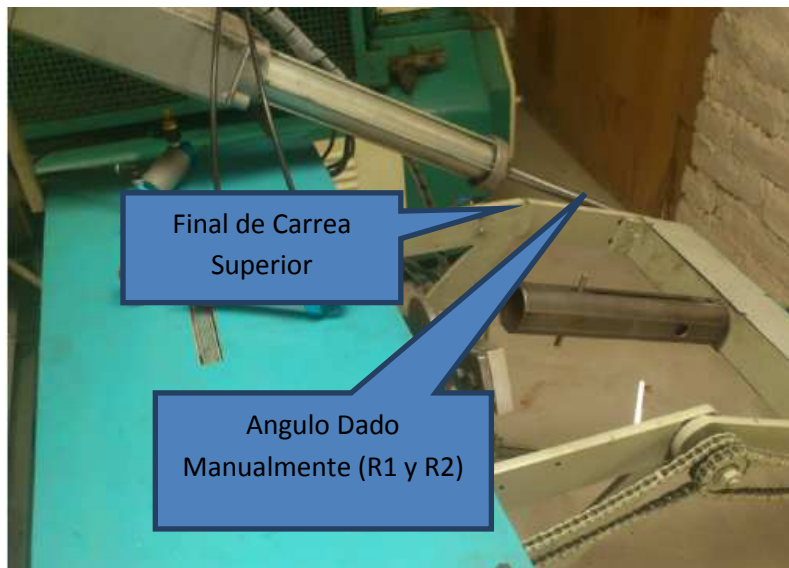


Fig. 3 Ubicación del Sensor Final de Carrera.

- Verificar que no existan fugas en mangueras de la central hidráulica.

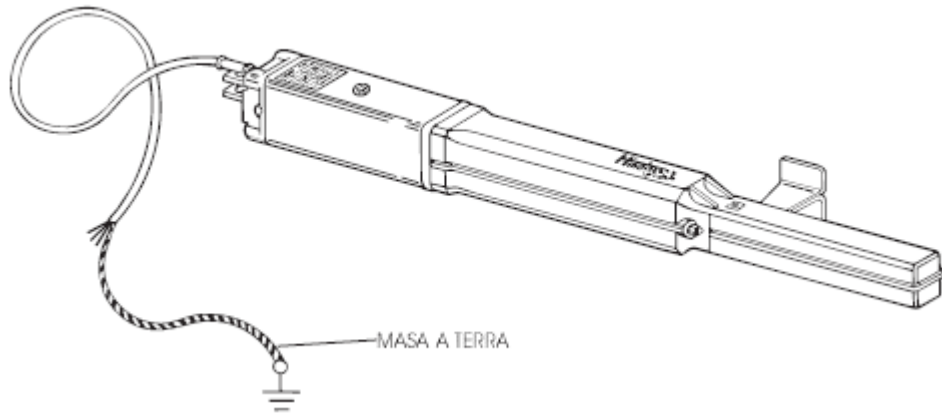


Fig. 4 Esquema Pistón Electrohidráulico de la Máquina Ovillador

h) Accionar Sistema de Elevación/Descenso(Relé 1:Elevacion o Relé 2:Descenso) y verificar que se produzca el reposicionamiento del cono.

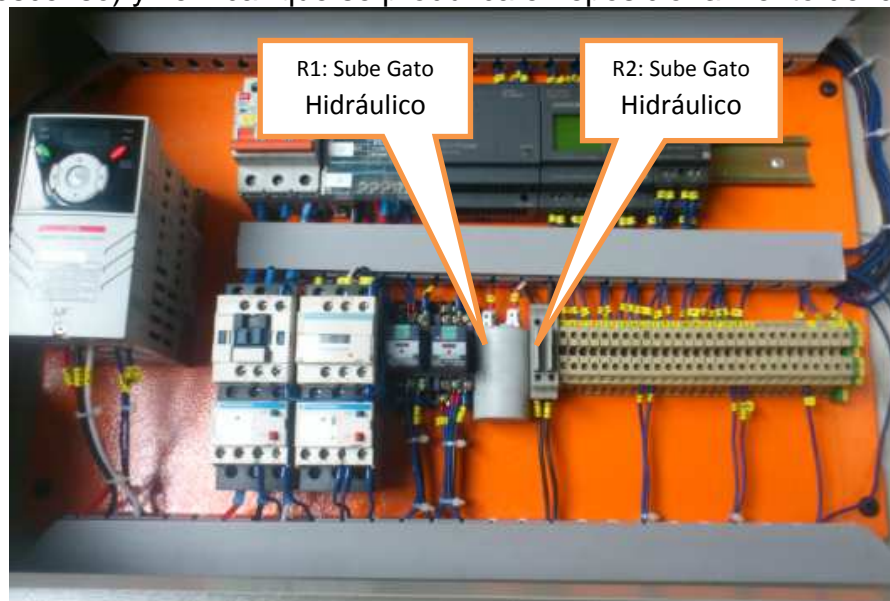


Fig. 5 Panel De Distribución Eléctrica.

i) Verificar si el programa del PLC es el correcto para el funcionamiento de la máquina.

l) Para poner en marcha a la maquinaria se deberá seguir los siguientes pasos:

- Seleccionar el Producto a Realizar (**Selector Izquierda:** P. Tipo Queso **Selector Derecha:** P. Tipo Pelota).

- Verificar que el paro de Emergencia se encuentre activo para evitar inicios de proceso erróneos, esto como norma de seguridad.
- Colocar la cuerda en los tensores dispuestos para el fin.
- Verificar que el paro de emergencia no se encuentre activo en ninguna de los dos lugares localizados.
- Estar Ubicado en un Lugar en el que no interfiera con el desempeño normal de la máquina.
- Pulsar el Botón de Inicio, Una alarma de tipo auditiva dará como señal que el proceso ha iniciado correctamente, una vez finalizado el proceso se detendrá hasta un nuevo pulso de inicio.
- Colocar paro de Emergencia antes de manipular dentro de la máquina.
- Sacar de forma manual el producto localizado en lo Conos.
- Retirar paro de Emergencia y Reanudar el Proceso con un Pulso de Inicio.

l) Arrancar la máquina en vacío y verificar si todos los finales de carrera se activan correctamente.

m) Realizar un proceso sin material para ver si los actuadores se activan correctamente.

MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA.

Mantenimiento mecánico.

a) El mantenimiento mecánico que se requiere para esta máquina no es tan riguroso. Sin embargo se prevé un mantenimiento de tipo preventivo, en las partes eléctricas, mecánicas e hidráulicas, para garantizar su buen funcionamiento.

b) Antes de empezar con la producción diaria, lubricar con grasa todos los mecanismos móviles.

c) Después de cada jornada de trabajo de la máquina se debe limpiar todas las partículas de producto y de polvo depositadas en la parte de los tensores y partes contiguas.

d) Comprobar regularmente ajuste de pernos, tuercas, etc.

e) Revisar cada seis meses todos los sistemas de la máquina y verificar que todos sus elementos trabajen correctamente.

f) Cambiar el aceite de la cámara en donde se encuentra sumergido el sistema de ejes cruzados y el aceite localizado en el micro bomba del cilindro hidráulico.

Mantenimiento Hidráulico.

Para un óptimo desempeño de la central hidráulica se debe realizar las siguientes inspecciones:

Inspección diaria o cada 10 horas.

- a) Comprobar el nivel de fluido hidráulico.
- b) Comprobar que no haya fugas de aceite en la bomba, en las mangueras, líneas hidráulicas, en la zona del depósito y cilindros hidráulicos.

Inspección mensual o cada 250 horas.

- a) Realizar las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10 horas.
- b) Comprobar el estado de las conexiones en todas las líneas hidráulicas.

Inspección trimestral o cada 500 horas.

- a) Realizar las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10 y las 250 horas.
- b) Realizar las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10, 250 y las 500 horas.
- b) Comprobar la presión del sistema hidráulico.

Inspección semestral o cada 1000 horas.

- Realizar las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10, 250, 500 y las 1000 horas.
- Comprobar la presión del sistema hidráulico.
- Mantenimiento y Engrasado de Engranajes y Partes Móviles.

Variador de Frecuencia Indicaciones de Mantenimiento.

- ✓ La ubicación del Variador dentro del tablero de control está distribuido de la siguiente manera para que tenga:
 - Entrada y Salida de Aire.
 - Una Distancia mínima de alejamiento entre dispositivos de 10 cm.

- ✓ En caso de añadir nuevos dispositivos se recomienda:
 - Respetar la distancia Mínima.
 - No Obstruir las vías de entrada de aire.
 - Si el Variador es colocado fuera del Tablero de Control, no necesitara enfriamiento forzado por ventilador caso contrario ayude a al enfriamiento con un variador colocando un pequeño ventilador en la vía de salida de aire según corresponda el diagrama de flujo de aire.
 - En el caso de añadir al sistema ya existente un nuevo variador no colocar a este en la vía de flujo de aire del anterior, colocar en forma paralela a las vías de escape y suministro de aire.

- ✓ Programar la limpieza del Variador por exceso de Polvo. Cada 20 días de labor continúa en especial en las áreas de ventilación propias del variador.

ANEXO II
PROGRAMACIÓN DEL PLC LOGO
12/24 RC

ANEXO III

DIAGRAMA DE CONEXIÓN MOTOR VARIADOR DE FRECUENCIA

ANEXO IV

PLANOS ESTRUCTURALES Y

MECÁNICOS

MAQUINARIA