



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INGENIERÍA MECÁNICA

Seminario de Graduación 2010 Previo a la Obtención del Título de

INGENIERO MECÁNICO

TEMA

**“ESTUDIO DEL PROCESO DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO EN
MOLDES PEQUEÑOS PARA MEJORAR EL TIEMPO DE OPERACIÓN
EN LA EMPRESA HALLEY CORPORACIÓN UBICADA EN LA
PARROQUIA MONTALVO CANTÓN AMBATO”**

AUTOR:

DANIEL MASABANDA PILLAPA

TUTOR: ING. JUAN CORREA

AMBATO – ECUADOR

2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo investigativo “**ESTUDIO DEL PROCESO DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO EN MOLDES PEQUEÑOS PARA MEJORAR EL TIEMPO DE OPERACIÓN EN LA EMPRESA HALLEY CORPORACIÓN UBICADA EN LA PARROQUIA MONTALVO CANTÓN AMBATO**”. Trabajo elaborado por el Egresado Daniel Masabanda Pillapa.

Certifico:

- Que el presente informe es original de su autor.
- Ha sido revisado en cada uno de sus capítulos.
- Esta concluido y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Agosto del 2011

.....
Ing. Juan Correa

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TESIS

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación bajo el tema “ESTUDIO DEL PROCESO DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO EN MOLDES PEQUEÑOS PARA MEJORAR EL TIEMPO DE OPERACIÓN EN LA EMPRESA HALLEY CORPORACIÓN UBICADA EN LA PARROQUIA MONTALVO CANTÓN AMBATO”, así como de los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor del presente trabajo.

Ambato, Agosto del 2011

EL AUTOR

.....

Daniel Masabanda Pillapa.

Egresado de Ingeniería Mecánica

C.I. 180381583-4

DEDICATORIA

A Dios padre nuestro por brindarme el aliento de vida, por su infinito amor que día a día ha sido mi guía en mi caminar.

Desde lo más profundo de mi corazón a mi mami Gloria María (+) porque supo guiarme y fue el apoyo incondicional en los momentos difíciles de mi vida, esa forma de amarme te hizo una madre especial, a mi padre Carlos, mis hermanos Patricio, Alicia, Alberto, Germania, Anita y Maribel que me dieron ánimo para continuar y perseverar en la culminación de mi carrera.

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por darme sabiduría y entendimiento para poder cumplir una meta más en mi vida.

Agradezco a los docentes de la Facultad De Ingeniería Civil y Mecánica por impartir vuestros conocimientos para realizarme como ser humano y profesional.

Mis más sinceros agradecimientos para mi padre y hermanos quienes me brindaron todo su apoyo en cada instante de mi vida.

Un agradecimiento a la Empresa Halley Corporación S.A. por el apoyo brindado, y la confianza depositada, por permitirme aplicar mis conocimientos en la entidad para la realización de mi tesis, al Ingeniero Santiago Villacís que con sus conocimientos y experiencia en la rama de automatización colaboró e hizo posible el desarrollo del presente trabajo, a mi compañero Israel Cuesta porque con sus acertadas sugerencias proporcionó un invaluable aporte y siempre estuvo dispuesto a ayudarme, de manera especial al Ingeniero Juan Correa por su apoyo intelectual y moral, sin el cual no hubiese sido posible la culminación del presente trabajo.

RESUMEN EJECUTIVO

Para ejecutar el presente trabajo, como primer paso se realizó pruebas de inyección con los controladores de mando manual, según los requerimientos de mejorar el tiempo en todo el proceso de operación de la máquina inyectora, se dio como solución implementar un sistema automatizado.

Que consta con la implementación de otra unidad hidráulica con sus electroválvulas incluidas para que nos proporcione un mayor flujo de caudal, un PLC que está programado para controlar el tiempo total de cada proceso, y dispositivos de control como los finales de carrera situados al final del recorrido de los pistones hidráulicos con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito

Se realizó un programa que controla a cada una de las electroválvulas, los finales de carrera, y además la apertura del pistón de inyección de polipropileno como del pistón de cierre de la matriz móvil.

Finalmente se realizó pruebas correspondientes de funcionamiento de todos los componentes que están implementados en el sistema automatizado

Todo este sistema se implemento en la Empresa Halley Corporación S.A.

EXECUTIVE SUMMARY

To execute the present work as first step I realized quizzes of injection with the controller of command manual , according to the requirements to improve the time in all operation process of the inject machine, It gives as a solution adding an automatic system.

It consist with the adding of another hydraulic unit with its electro valves to give as a mayor flux of wealth, a PLC that is a programmed to control the total time about each process, the dispositive of control with the ends run situated at the end of the trip, the hydraulic pistons with the object of send sings to modify the state of a circuit.

A realized a program that control to each one electro valves, the ends of run, also the opening of the injection piston of propylene with the piston closing of the mobile matrix.

Finally I realized a quiz corresponding to the function about all components that are made in the automatic system.

All of this system was made in the Halley Corporation S.A. Company.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

Página de Título o Portada.....	I
Página de Aprobación del Tutor.....	II
Página de Autoría de la Tesis	III
Página de Dedicatoria.....	IV
Página de Agradecimiento.....	V
Índice General de Contenidos.....	VI
Índice de Tablas.....	XI
Índice de Figuras	XII
Resumen Ejecutivo	XII
Summary Executive.....	XIV

B. TEXTO: INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Planteamiento Del Problema	1
1.2.1 Contextualización Del Problema	1
1.2.2 Análisis Crítico	2
1.2.3 Prognosis	2
1.2.4 Formulación del Problema.....	3

1.2.5 Preguntas Directrices	3
1.2.6 Delimitación	4
1.2.6.1 Espacial.....	4
1.2.6.2 Temporal	4
1.2.6.3 De contenido.....	4
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes Investigativos	6
2.2 Fundamentación Legal	6
2.3. Categorías Fundamentales.....	8
2.3.1 Proceso de Inyección	8
2.3.1.1 El moldeo por inyección.....	9
2.3.1.2 Etapas del proceso de inyección.....	10
2.3.1.3 Componentes fundamentales del Sistema de Inyección	11
2.3.2 Control de procesos	18
2.3.2.1 Temperatura de inyección	18
2.3.2.2 Temperatura de molde	19

2.3.2.3 Primera presión o presión de inyección.....	20
2.3.2.4 Segunda presión o presión de mantenimiento	20
2.3.2.5 Contrapresión.....	21
2.3.3 Control industrial	22
2.3.3.1 Sistemas de Control	22
2.3.3.2 Sistema de control en lazo abierto	24
2.3.3.3 Sistema de control en lazo cerrado	24
2.3.3.4 Automatismos Analógicos y Digitales	25
2.3.3.5 Automatismos Cableados y Programables.....	26
2.3.3.6 Controladores Lógicos Programables (PLC's).....	27
2.3.3.7 Lenguajes de Programación.....	31
2.3.3.8 Tipos de Lenguaje	31
2.3.4 Ingeniería Mecánica	33
2.3.5 Procesos de Manufactura.....	33
2.3.6 Gestión Empresarial	34
2.3.7 Administración de Producción	34
2.3.8 Tiempos de Operación.....	36
2.3.8.1 Tiempo de inyección	36
2.3.8.2 Tiempo de mantenimiento	36
2.3.8.3 Tiempo de enfriamiento.....	37
2.3.8.4 Tiempo de plastificación	37

2.3.8.5 Tiempos de movimiento	37
2.3.8.6 Tiempo de ciclo	37
2.4. Hipótesis	38
2.5 Señalamiento de variables de la hipótesis	38
2.5.1 Variable Independiente.....	38
2.5.2 Variable Dependiente	38

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA.....	39
3.1 Enfoque	39
3.2 Modalidad básica de la investigación	39
3.2.1 Investigación por el objeto	39
3.2.2 Por el Lugar	39
3.2.2.1 Bibliográfica documental	39
3.2.2.2 Investigación de laboratorio	40
3.2.3 Investigación por el tiempo	40
3.2.3.1 Experimental.....	40
3.3 Nivel o tipo de investigación	40
3.3.1 Exploratorio.....	40
3.3.2 Descriptivo.....	41
3.3.3 Explicativo.....	41
3.4 Población y Muestra	41

3.5 Operacionalización de variables	41
3.5.1. V.I. Proceso de inyección de plástico en moldes pequeños	42
3.5.2. V.D Mejorar el tiempo de operación en la empresa Halley Corporación	43
3.6 Plan de recolección de información.....	44
3.7 Plan de procesamiento y análisis	44
3.7.1 Plan que se empleará para procesar la información recogida.....	44
3.7.2 Plan que de análisis e interpretación de resultados.....	45

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	46
4.1 Análisis de los resultados	46
4.2 Interpretación de datos	46
4.2.1 Representación del Tiempo Empleado en el Proceso de Inyección	47
4.3 Verificación de hipótesis	51

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1 Conclusiones.....	54
5.2 Recomendaciones	55

CAPÍTULO VI

PROPUESTA	57
6.1 Datos informativos	57
6.2 Antecedentes de la propuesta	58

6.3	Justificación.....	59
6.4	Objetivos.....	59
6.4.1	Objetivo general	59
6.4.2	Objetivos específicos.....	59
6.5	Análisis de factibilidad	60
6.6	Fundamentación.....	60
6.6.1	Rediseño del sistema hidráulico	60
6.6.2	Selección del aceite hidráulico	67
6.6.4	Selección del Filtro	69
6.6.5	Selección del Manómetro	69
6.6.6	Selección de la tubería hidráulica.....	70
6.6.7	Selección de los codos de la central hidráulica	70
6.6.8	Selección del PLC	71
6.6.9	Contactores de 220v	77
6.6.10	Final de carrera	78
6.6.11	Pulsadores CSC 22mm	78
6.6.12	Selección del cable eléctrico.....	79
6.7	Metodología.....	79
6.8	Administración	82
6.8.1	Análisis de costos	82
6.8.1.1	Costos directos.....	83

6.8.1.2 Costos indirectos.....	84
6.8.2 Costo total de implementación de sistema automatizado de la máquina inyectora de plástico.....	86
6.8.3 Financiamiento	87
6.8.4 Cálculo del TMAR	87
6.8.5 Recuperación de la inversión.....	88
6.8.6 Valor de salvamento	88
6.8.7 Análisis del VAN.....	89
6.8.8 Análisis del TIR.....	90
6.8.9 Interpretación del VAN y del TIR.....	90
6.9 Previsión de la evaluación	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Variable Independiente.....	42
Tabla 3.2. Variable Dependiente	43
Tabla 4.1. Prueba 1 sistema manual	48
Tabla 4.2. Prueba 2 sistema manual	49
Tabla 4.3. Prueba 3 sistema automatizado	52
Tabla 6.1. Hoja de costos directos	83
Tabla 6.2. Hoja de costos de maquinaria.....	84
Tabla 6.3. Plantilla de cálculo de costos de mano de obra	85
Tabla 6.4. Plantilla de cálculo de costos varios	85
Tabla 6.5. Utilidad generada por la máquina de inyección	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Red de categorías fundamentales	8
Figura 2.2 Máquina de inyección tipo pistón	9
Figura 2.3 Unidad de inyección.....	11
Figura 2.4 Pistón de inyección	12
Figura 2.5 Eje del sistema expulsor.....	12
Figura 2.6 Dosificador.....	13
Figura 2.7 Cilindro de inyección con boquilla en la parte delantera	13
Figura 2.8 Boquilla.....	14
Figura 2.9 Torpedo	14
Figura 2.10 Unidad de cierre de la inyectora.....	15
Figura 2.11 Cierre por rodillera simple.....	16
Figura 2.12 Unidad motriz de la inyectora	17
Figura 2.13 Diagrama de sistema de control en lazo abierto	24
Figura 2.14 Diagrama de sistema de control en lazo abierto.....	25
Figura 2.15 Estructura del PLC	28
Figura 6.1 Válvula hidráulica eléctrica.....	69
Figura 6.2 PLC RENU FP4030MR-L1208R	71
Figura 6.3 Dimensiones del PLC RENU FP4030MR-L1208R	72
Figura 6.4 Ventana principal del programa	72

Figura 6.5 Ventana para la programación	73
Figura 6.6 Ventana para editar texto	73
Figura 6.7 Ventana para la programación en lenguaje ladder	74
Figura 6.1 Válvula hidráulica eléctrica.....	69
Figura 6.2 PLC RENU FP4030MR-L1208R	71
Figura 6.3 Dimensiones del PLC RENU FP4030MR-L1208R	72
Figura 6.4 Ventana principal del programa	72
Figura 6.5 Ventana para la programación	73
Figura 6.6 Ventana para editar texto	73
Figura 6.7 Ventana para la programación en lenguaje ladder	74
Figura 6.8 Ventana para insertar el comando end	74
Figura 6.9 Ventana para transferir el programa.....	75
Figura 6.10 Funcionamiento de la máquina inyectora	76
Figura 6.11 Contactor 220 V	77
Figura 6.12 Final de carrera.....	78
Figura 6.13 Pulsadores CSC 22 mm.....	79
Figura 6.14 Unidad hidráulica	79
Figura 6.15 Colocación de finales de carrera.....	80
Figura 6.16 Programación del PLC	80
Figura 6.17 Construcción del tablero de control	81
Figura 6.18 Inyectora con tablero de control y producto final	82

Figura 6.19 Flujo operativo.....89

C. MATERIALES DE REFENRENCIA

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de Investigación

Estudio del proceso de inyección de plástico en moldes pequeños para mejorar el tiempo de operación en la empresa Halley Corporación ubicada en la Parroquia Montalvo cantón Ambato.

1.2 Planteamiento Del Problema

1.2.1 Contextualización Del Problema

En Ecuador, el avance tecnológico ha impulsado el desarrollo de la industria moderna, es por esta causa que a lo largo del tiempo muchas empresas de nuestro país que están en pleno desarrollo se han dedicado a producir distintos productos en materiales poliméricos, porque tienen buena versatilidad para sus aplicaciones, y es por esta causa que los productos terminados deben cumplir ciertas exigencias como de seguridad, calidad, además de producirlos en cantidad suficiente para que el precio de comercialización sea competitivo.

Tungurahua es una de las provincias que se caracteriza por ser una zona de industrialización, la cual se encuentra concentrada en su mayoría en el parque industrial, trabajando especialmente en el sector de procesos de polímeros y procesos de manufactura metalmecánico, por esta razón las fábricas están orientándose a la automatización de la maquinaria existente, por medio de la cual los procesos productivos serían más eficientes y se los lleva a cabo en menor

tiempo, además evitando que los operarios que manipulan este tipo de máquinas realicen sobre esfuerzos que atenten contra su salud, pero los principales factores que impiden que se realice la implementación de esta clase de sistemas, son los costos exuberantes que tienen los diferentes elementos que constituyen dicho sistema.

La presente investigación se realizará en la parroquia Montalvo en la empresa Halley Corporación, es una fábrica que brinda servicios en cuanto a la fabricación de diferentes tipos de productos en polipropileno, una de las problemáticas en el proceso de inyección de plástico en moldes pequeños es porque ciertas máquinas trabajan con controladores de mando manual, las presiones con la que trabajan los sistemas hidráulicos son bajas esto impide que el funcionamiento de estos elementos sean ineficientes, para que sea una industria moderna y competitiva debe poseer instalaciones, procesos y métodos de producción con determinados grados de automatización.

Es de conocimiento general que en las últimas décadas las técnicas de automatización han influido notablemente en la operación y en el diseño en todos los procesos técnicos.

1.2.2 Análisis Crítico

En nuestro país el principal inconveniente para que el sector industrial no tenga un avance considerable, es porque cierta parte de maquinaria existente no está tecnológicamente actualizada es por este motivo que existe un deficiente desarrollo en los procesos de manufactura.

Al realizar la investigación del presente proyecto se ha determinado que las causas para que exista elevados tiempos en el proceso de inyección de plástico, es porque los controladores son de mando manual, el sistema hidráulico no proporciona la presión necesaria para que los pistones se desplacen en un menor

tiempo, por este motivo existe un deficiente llenado de moldes pequeños, en consecuencia el producto es de mala calidad y no cumple las necesidades requeridas por el propietario de la empresa y el consumidor final.

1.2.3 Prognosis

Visto los antecedentes previos a la presente investigación, lo que se podría esperar al no proporcionar la importancia adecuada para mejorar los proceso de inyección, y el tiempo de operación en una inyectora en la empresa Halley Corporación, sería porque no cuenta con la máquina tecnológicamente actualizada, en consecuencia tendría un retroceso de producción, no optimizaría el tiempo de elaboración de las piezas de plástico, no cumpliría con entrega de los productos, pronosticando una eminente pérdida económica debida al déficit del producto, además la fábrica perdería credibilidad.

1.2.4 Formulación del Problema

¿El análisis del proceso de inyección mejorará el tiempo de operación en la empresa Halley Corporación?

1.2.5 Preguntas Directrices

¿De qué manera el actual proceso limita la agilitación del proceso de inyección de piezas de plástico?

¿Cuáles será el método adecuado que se podrá utilizar para resolver este tipo de operación?

¿Será posible disminuir el tiempo de operación manual utilizando la solución adecuada al problema propuesto?

1.2.6 Delimitación

1.2.6.1 Espacial

El desarrollo e implementación del proyecto se realizará en la empresa Halley Corporación ubicada en la parroquia Montalvo cantón Ambato provincia de Tungurahua, complementándose las investigaciones en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2.6.2 Temporal

El desarrollo de este trabajo de investigación se realizará en el período lectivo Marzo – Agosto del 2011.

1.2.6.3 De contenido

Campo: Ingeniería Mecánica.

Aérea: Sistemas de Control.

Aspecto: Control Industrial.

1.3 Justificación

El presente proyecto de investigación tiene la finalidad de disminuir los tiempos en la elaboración de piezas de plástico, además reducir la mano de obra en la elaboración de productos y servicios.

Debido a los considerables cambios y avances tecnológicos, es de suma importancia explorar nuevas alternativas, nuevos componentes, que no sean comunes en nuestro medio industrial, teniendo como posible alternativa de solución la implementación del sistema automatizado en la inyectora, para tener

un proceso adecuado de inyección en el molde y lograr un producto final de buena calidad, además alivianar al operador los trabajos que requieren esfuerzo muscular. La implementación de este tipo de control minimizaría en gran manera la necesidad de que el operador atienda continuamente a la máquina.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Estudiar el proceso de inyección de plástico en moldes pequeños para mejorar el tiempo de operación en la empresa Halley Corporación.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar qué parámetros se adoptarán para agilizar el proceso actual de inyección de piezas de plástico.
- Establecer cuál será el método más apropiado para optimizar el tiempo de operación para la inyección de plástico en moldes pequeños.
- Comparar los tiempos de inyección del proceso manual y la posible solución al problema planteado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

Para desarrollar el presente proyecto se vio la necesidad de realizar una investigación exhaustiva que nos diera el conocimiento exacto de la existencia o no de proyectos similares al aquí propuesto.

Y es así que se ha acudido a fuentes de información tales como la biblioteca de la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Mecánica, en la trabajo de graduación del Sr. Manuel Alejandro Vallejo Torres, con el tema "Implementación de un sistema automatizado de expulsión en una máquina inyectora para el mejoramiento de la producción de piezas inyectadas de plástico por hora" en donde se pudo encontrar estudios sobre cuestiones parecidas al problema formulado en el contexto; Es por esta razón que los datos recogidos servirán para la elaboración del presente trabajo de investigación.

2.2 Fundamentación Legal

SEGÚN LA COSTITUCIÓN NACIONAL DEL 2008.

TÍTULO II

Derechos.

Capítulo Segundo.

Derechos del Buen Vivir.

Sección segunda.

Ambiente sano.

Art. 15 El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

Se prohíbe el desarrollo, producción, de tecnologías modificadas persistentes altamente tóxicas, y las tecnologías experimentales nocivas.

EL TÍTULO VI

Régimen del Buen vivir.

Capítulo Primero.

Inclusión y Equidad.

Sección Octava.

Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales.

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

2.3. Categorías Fundamentales

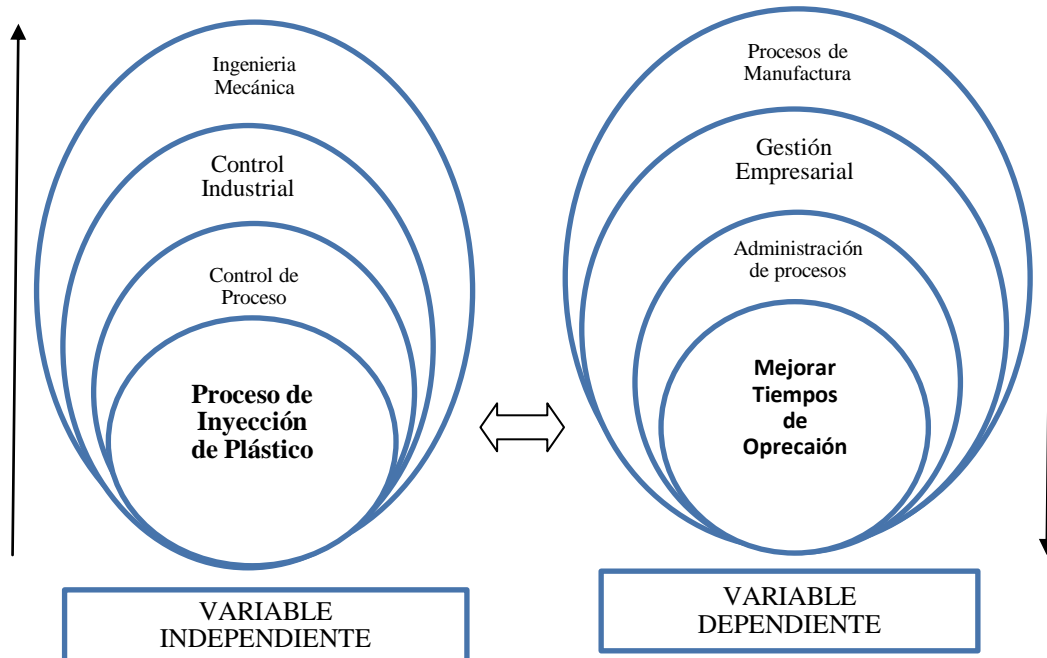


Figura 2.1 Red de categorías fundamentales

Fuente: Elaborado por el investigador.

2.3.1 Proceso de Inyección ¹

Uno de los procesos de transformación de plásticos más común es el del moldeo por inyección, es por esto que se quiere hacer actividades teórico-prácticas coordinadas en Inyección que permitan en los diferentes cursos de plásticos tener un acercamiento a este proceso, a la inyectora, los moldes, los materiales y los productos inyectados.

¹ <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>

2.3.1.1 El moldeo por inyección ²

El moldeo por inyección consiste esencialmente en calentar material termoplástico que viene en forma de polvo o gránulos para transformarlo en una masa plástica en un cilindro apropiado llamado cilindro de plastificación y así inyectarlo en la cavidad del molde, del cual tomará la forma. Debido a que el molde es mantenido a una temperatura inferior al punto de fusión del material plástico, después de que este es inyectado se solidifica con rapidez. En este momento el ciclo de inyección se ha completado y se expulsa la pieza.

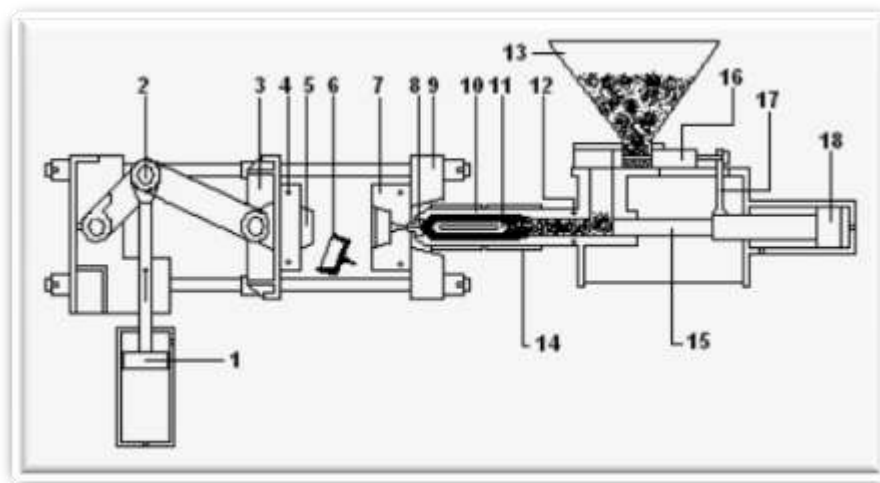


Figura 2.2 Máquina de inyección tipo pistón.

Fuente: <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>

1. Pistón de cierre del molde. 2. Cierre de molde tipo rodillera simple, accionada por cilindro hidráulico. 3. Platina móvil. 4. Circuito de agua para el enfriamiento del molde. 5. Medio molde móvil. 6. Pieza moldeada. 7. Medio molde fijo. 8. Boquilla. 9. Platina fija. 10. Cilindro de plastificación. 11. Torpedo. 12. Circuito de agua para el enfriamiento del cilindro de plastificación. 13. Tolva. 14. Resistencia eléctrica para calentamiento del cilindro de plastificación. 15. Pistón

² <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>

de inyección. 16. Dosificador. 17. Brazo que actúa el dosificador. 18. Pistón hidráulico de inyección.

2.3.1.2 Etapas del proceso de inyección

Refiriéndose a las figuras 2.2, de la máquina inyectora de plásticos tipo pistón, las etapas del proceso de inyección son las siguientes:

1. Cierre del molde accionado por el pistón (1).
2. Inyección del material al molde por medio del pistón de inyección (15) que, a su vez, es accionado por el pistón (18) del cilindro hidráulico. Debe tenerse en cuenta que la cantidad de material inyectado no es el mismo que aquel que en ese momento cae de la tolva de alimentación al cilindro de plastificación, pues éste contiene una cantidad de material superior a la inyectada de aproximadamente cinco veces, con el propósito de permitir que ese material tenga un tiempo de residencia adecuado para que sea plastificado.²²El torpedo (11) colocado dentro del cilindro de plastificación (10), tiene como función empujar el material termoplástico contra la pared externa de la cámara de plastificación con el fin de facilitar y mejorar la plastificación del material. Durante la fase de inyección, la corredera dosificadora introduce en el cilindro de plastificación cierta cantidad de material termoplástico. Dicha corredera es accionada durante la fase de inyección por un brazo movido por el pistón de inyección (17). En la figura 2 puede verse que el material dosificado cae sobre el pistón (15) y llegará al cilindro de plastificación en el momento que dicho pistón retorne a su posición inicial. En la práctica, la corredera dosificadora (16) alimenta al cilindro de plastificación con la cantidad de material que se debe inyectar, que corresponde al peso de la pieza moldeada. Por lo tanto el volumen del dosificador puede variarse en función del peso por moldear.

3. Pausa para el enfriamiento del material inyectado.
4. Retorno del pistón (15) a su posición inicial.
5. Apertura del molde y expulsión de la pieza moldeada.

2.3.1.3 Componentes fundamentales del Sistema de Inyección

En el caso de la inyectora de plásticos básicamente consta de tres secciones:

Unidad de inyección.

La unidad de inyección (Ver figura 2.3) es la parte de la máquina que efectúa la alimentación, la plastificación y la inyección al molde del material termoplástico.



Figura 2.3 Unidad de inyección.

Fuente: <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>

En la unidad de inyección, encontramos todos los elementos dedicados a la plastificación y preparación del polímero, aquí resalta el pistón que inyecta el material (ver figura 2.4) y las resistencias adheridas al cilindro que funden el material sólido.

La carrera de retorno del pistón de inyección, varía de acuerdo a la cantidad de material por inyectar, naturalmente se requerirá una carrera larga cuando se deba inyectar el máximo volumen permitido por la capacidad de la máquina.



Figura 2.4 Pistón de inyección.

Fuente: <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>

La sección de alimentación donde se introduce el material a fundir, este puede tener varias presentaciones, polvo, granulado, pellets, etc., y es alimentado mediante una tolva (ver figura 2.5) y empujado por medio del dosificador (ver figura 2.6). Vale resaltar que durante esta sección se podría agregar un poco de calor al sistema, precalentando el material.



Figura 2.5 Tolva.

Fuente: <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>



Figura 2.6 Dosificador.

Fuente: <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>

En la parte delantera del cilindro se encuentra la boquilla (ver figura 2.7 y figura 2.8), la cual sirve de unión entre la unidad de inyección y el molde. Es el canal de dosificación del material fundido, desde el cañón hacia el bebedero del molde.

Mecánicamente, la importancia de su diseño radica en tener que resistir la presión con la que se recarga contra el molde sin sufrir desgastes. Esta presión es imprescindible para prevenir el escape de material en la zona de unión boquilla molde, que deben acoplarse perfectamente.



Figura 2.7 Cilindro de inyección con boquilla en la parte delantera.

Fuente: <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>



Figura 2.8 Boquilla.

Fuente: <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>

Los plásticos tienen una capacidad de conducir calor bastante deficiente, debido a esto es normal que las temperaturas logradas en el exterior de la capa fundida sean más altas que en el interior, por lo tanto hay que hacer fluir el material por unos orificios o por el torpedo (ver figura 2.9), que se encargan de igualar la temperatura en todo el polímero.



Figura 2.9 Torpedo.

Fuente: <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>

Unidad de cierre.

Una vez el material se encuentre fuera del sistema del pistón ingresa a la unidad de cierre.

Esta unidad (ver figura 2.10) es simplemente donde se encuentran los moldes, es básicamente una prensa que abre y cierra por medios mecánicos o hidráulicos. Es la porción final de la máquina y se encarga de acoplar el molde perfectamente a la boquilla final de la inyectora. Las presiones generadas en este extremo son bastante altas y es importante que la fuerza ejercida por estos mecanismos de cierre sea grande para poder contrarrestar la presión que ejerce el material al ingresar al molde.

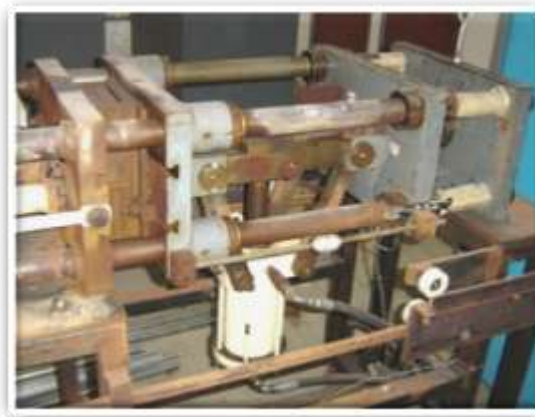


Figura 2.10 Unidad de cierre de la inyectora.

Fuente: <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>

El sistema de cierre de la máquina inyectora es de cierre por rodillera simple (ver figura 2.11), el cual es un sistema de bielas que, multiplicando la fuerza que se le aplica, realiza la fuerza de cierre requerida. La relación de multiplicación varía de

15 a 25 veces. Normalmente los sistemas de rodillera son accionados por un cilindro hidráulico. La rodillera simple está constituida por un sistema de bielas que actúan a lo largo del eje central del grupo de moldes, entre la platina móvil y la cabeza de moldes, accionada como ya se dijo por un cilindro hidráulico.

Otro factor determinante en esta unidad es la temperatura de los moldes de conformación, la cual debe ser lo suficientemente fría para permitir un enfriamiento rápido de la pieza.



Figura 2.11 Cierre por rodillera simple.

Fuente: <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>

Una vez acumulado el suficiente material para realizar una o varias inyecciones, continua la introducción del material al molde, la inyección por pistón tiene una ventaja bastante grande sobre la inyección por tornillo, la cual radica en la presión de inyección. Tomando el caso de una inyección por tornillo, esta requiere a parte de un movimiento circular otro lineal, el cual permita ingresar el material fundido al molde, en cuanto al pistón este solamente deberá ingresar el material en el molde.

En cuanto a ventajas del sistema por tornillo resalta que en la inyección del tornillo el 70% de la plastificación del material es lograda por la fricción del tornillo con el material, pero en el caso de la inyección por pistón, esta requiere de grandes resistencia que plastifique el material. El sistema de expulsión de las piezas inyectadas, consta de un número determinado de pernos que son parte de la cavidad de inyección y que durante la apertura del molde, se accionan por medio de sistemas mecánicos para separar la pieza plástica del metal. La práctica común es diseñar el molde de manera que la pieza permanezca en la parte del molde sostenida por la platina móvil, porque en esta parte de la máquina, es más sencillo colocar los sistemas de expulsión de piezas.

Unidad motriz.

La unidad motriz es básicamente los elementos que permiten el funcionamiento de la máquina; en donde se resalta el sistema hidráulico que empuja el pistón (ver figura 2.12).

El cilindro hidráulico de Inyección controla la fase de inyección por medio del pistón, o sea, la transferencia de material termoplástico de la cámara de inyección a la cavidad del molde. Esta fase en la mayoría de los casos, se realiza en el menor tiempo posible, con el objetivo de evitar que el material termoplástico se solidifique antes de llenar completamente la cavidad del molde



Figura 2.12 Unidad motriz de la inyectora.

Fuente: <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>

La presión máxima del cilindro de inyección está normalmente comprendida entre 100 bar y 175 bar. En algunos casos se usan presiones mayores, especialmente en máquinas de gran capacidad. La carrera de inyección se realiza mediante dos valores de presión, la primera actúa durante la fase de llenado del molde que corresponde cerca al 95% de la carrera de inyección, la segunda actúa en la parte final de la carrera y se le llama presión de sostenimiento debido a que su propósito es mantener, durante la fase inicial del enfriamiento de la pieza en el molde, la

presión sobre el material inyectado cuando el molde se ha llenado completamente, con el fin de evitar rechupes en la pieza y reducir en lo posible la contracción, su valor es generalmente más bajo que el de la primera presión.

2.3.2 Control de procesos ³

Un sistema de control de procesos se puede definir como el conjunto de funciones y operaciones necesarias para transformar una material físicamente o químicamente. Normalmente, el control de proceso se refiere a la fabricación o procesamiento de productos industriales.

La unidad de control, es la parte de la máquina que permite, que se realice el proceso de una forma predeterminada y pueda variarse a voluntad si fuera necesario. El sistema de control está ligado directamente al sistema de potencia, pues es este último quien a la final determina las posibilidades de automatización y versatilidad de la máquina.

La función principal de una máquina inyectora es producir piezas dentro de unas especificaciones determinadas, para lo cual se requiere, que aquellas variables que afectan directamente la calidad de la pieza, se mantengan constantes todo el tiempo que sea posible.

En el proceso de inyección de plásticos hay variables del proceso, tales como la temperatura, presión, el tiempo etc.

2.3.2.1 Temperatura de inyección

La temperatura de inyección es importante, ya que los materiales poliméricos requieren alcanzar cierto valor de temperatura, para obtener condiciones idóneas

³ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Inyeccion-DePlastico/1346164.html>

de viscosidad y fluidez para poder inyectarlo. La unidad de inyección suele tener de tres a cinco zonas de temperatura en el cilindro. Normalmente, en la zona de la tolva se selecciona la temperatura más baja y se va incrementando, gradualmente, en el resto de las zonas. Por último, en la zona de la boquilla, la temperatura ha de ser uniforme; para evitar la degradación del material, a causa del estrechamiento en esa zona o de un tiempo de permanencia demasiado grande en el cilindro.

La temperatura utilizada finalmente para inyectar, afectará la calidad de la pieza porque influirá en el grado de contracción de la misma. Así, a mayor temperatura de inyección, mayor será el cambio volumétrico entre el plástico fundido y sólido; por tanto, existirá una mayor contracción. A pesar de ello, utilizar una temperatura de inyección mayor, supondrá que la viscosidad del material sea menor; permitirá entonces una mejor compactación, en el interior de la cavidad del molde, con lo que la contracción disminuirá. El grado de contracción final dependerá del equilibrio entre estos dos factores.

2.3.2.2 Temperatura de molde

Es muy importante en el proceso de inyección, ya que afecta de forma directa a la calidad de la pieza inyectada. El objetivo del enfriamiento del molde es extraer calor de la cavidad, a fin de disminuir la temperatura hasta la solidificación del material plástico; de forma que este enfriamiento se produzca homogéneamente en toda la pieza.

El enfriamiento se consigue haciendo pasar por los conductos de refrigeración del molde agua o aceite. Gracias a este flujo de líquido y a la excelente conductividad del metal que forma el molde, se produce el intercambio de calor y se logra la disminución de la temperatura de la pieza moldeada.

A pesar de esto, la temperatura media de la cavidad puede ser unos 10 ó 20 (°C) mayor que la temperatura del refrigerante, durante el proceso de inyección. La

temperatura del molde afecta directamente al tiempo de ciclo, la contracción, el alabeo, el acabado o brillo superficial y la cristalinidad.

Cuando la temperatura del molde sea alta, se obtendrá una pieza con más brillo y cristalinidad. Por el contrario, un enfriamiento rápido tendrá como consecuencia la formación de una capa exterior amorfa y acortará, significativamente, el tiempo de ciclo.

2.3.2.3 Primera presión o presión de inyección

La presión de inyección durante la fase de llenado ha de ser la suficiente para que se pueda conseguir la velocidad deseada, y, por tanto, el tiempo de inyección deseado. De esta manera, la presión de inyección depende de los mismos factores que la velocidad.

2.3.2.4 Segunda presión o presión de mantenimiento

La presión de mantenimiento o segunda presión se aplica una vez ha finalizado la etapa de inyección de material en el molde. El objetivo es completar el llenado del molde y compactar el material del interior de la cavidad para minimizar la contracción que tiene lugar durante su solidificación.

El momento del cambio a segunda presión es importante. Si se cambia demasiado pronto, la pieza no queda lo suficientemente compacta y aparecen rechupes, mientras que un cambio demasiado tardío provoca una sobrepresión y la formación de rebabas en la pieza.

En general, se suelen utilizar, como mínimo, presiones de mantenimiento de un 50-70 % de la presión de inyección para materiales amorfos y de un 70-100 % para materiales semicristalinos.

2.3.2.5 Contrapresión

La contrapresión en la plastificación frena el retroceso del husillo en la fase de carga. El aumento en los valores de este parámetro afectará directamente a la temperatura del material procesado.

De esta forma, al aumentar la contrapresión se tiene que el tiempo de plastificación aumenta, por lo que también lo hará el tiempo de permanencia en la cámara. La compresión sobre el material aumenta, lo que incrementa la temperatura del fundido.

Una primera consecuencia de un aumento en la contrapresión, es que se registra un ligero aumento en la cantidad de material cargado. En sí, se recomiendan valores de contrapresión de entre 5 MPa y 10 MPa, ya que si se tienen valores muy bajos, se pueden tener piezas inconsistentes y con poca homogenización del material.

Por el contrario, elevados valores de contrapresión ocasionarán un aumento en la contribución de la fricción a la temperatura del fundido, pudiendo degradarse.

En general se pueden seguir dos lineamientos para el establecimiento de la contrapresión:

- 1 Cuando se utiliza un porcentaje elevado de la capacidad de plastificación de la máquina, se utilizarán valores altos de contrapresión a fin de aumentar la velocidad de plastificación y así conseguir un mayor volumen.
- 2 Si el porcentaje de utilización de la capacidad de plastificación de la máquina es pequeño, se utilizarán valores de contrapresión bajos, a fin de evitar que el material permanezca por periodos prolongados en la máquina.

2.3.3 Control industrial ⁴

El control de procesos involucra aplicar tecnología a una operación que transforma a la materia prima en un producto terminado. Casi todo lo que usted usa o consume, ha pasado por algún tipo de control de proceso automatizado en su producción. Los controles de procesos automatizados mejoran la productividad y la terminación del producto, mientras reducen los costos de producción.

2.3.3.1 Sistemas de Control

Podríamos definir al control como el manejo indirecto de las magnitudes de un sistema de producción, llamado planta o proceso, por otro sistema llamado sistema de control.

En la actualidad tenemos disponibles en el mercado sistemas muy económicos y que ofrecen una amplia gama de prestaciones y compatibilidad para conectarse con otros y con computadores centrales para formar redes de control distribuido que cubren todas las necesidades de la industria.

El objetivo de un sistema de control es gobernar la respuesta del sistema controlado sin que deba intervenir directamente un operario sobre los elementos de salida. El operario manipula solamente las magnitudes de salida deseadas de ese sistema, llamadas las consignas, y el sistema de control se encarga de gobernarlas por medio de los accionamientos o actuadores correspondientes.

El concepto lleva de alguna manera implícita que el sistema de control opera con magnitudes de baja potencia, llamadas señales, y con ellas los actuadores son los

⁴ LUIS B. GOMEZ FLORES, Automatización Industrial Principios y Aplicaciones

que realmente controlan la energía o elementos de entrada y salida del sistema controlado.

Lo expresado puede entenderse como que el sistema de control es un mero conversor amplificador de potencia que ejecuta las órdenes dadas a través de las consignas. Este tipo de control se denomina de lazo abierto porque no recibe ninguna información del comportamiento del sistema controlado, que llamaremos en adelante la planta. El operador debe verificar que la planta responde como está previsto, caso contrario deberá cambiar las consignas o recalibrar el sistema.

El control automático ha desempeñado una función vital en el avance de la ciencia. El control automático se ha vuelto una parte importante e integral de los procesos modernos industriales y de manufactura.

Cuando se analiza un sistema de control se debe conocer de algunos términos que se indican:

- Variable Controlada. Es la cantidad que se mide y controla, por lo común es la salida del sistema.
- Variable Manipulada. Es la cantidad que se modifica para obtener un valor deseado.
- Planta. Se llama planta a cualquier objeto físico que se va a controlar.
- Perturbación. Es una señal que tiende a afectar adversamente el valor de la salida de un sistema.
- Servomecanismo. Sistema de control realimentado cuya salida es una posición mecánica.

2.3.3.2 Sistema de control en lazo abierto

Un sistema de lazo abierto es aquél donde la salida no tiene efecto sobre la acción de control. La exactitud de un sistema de lazo abierto depende de dos factores:

- a) La calibración del elemento de control.
- b) La repetitividad de eventos de entrada sobre un extenso período de tiempo en ausencia de perturbaciones externas.

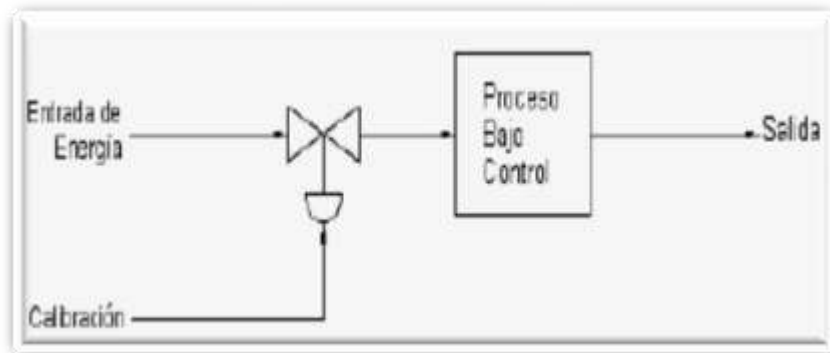


Figura 2.13 Diagrama de sistema de control en lazo abierto

Fuente <http://es.scribd.com/doc/49265460/control-industrial>

2.3.3.3 Sistema de control en lazo cerrado

Un sistema de control de lazo cerrado es aquél donde la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control donde la salida es medida y retroalimentada para establecer la diferencia entre en valor deseado y el valor obtenido a la salida, y en base a esta diferencia, adoptar acciones de control adecuadas.

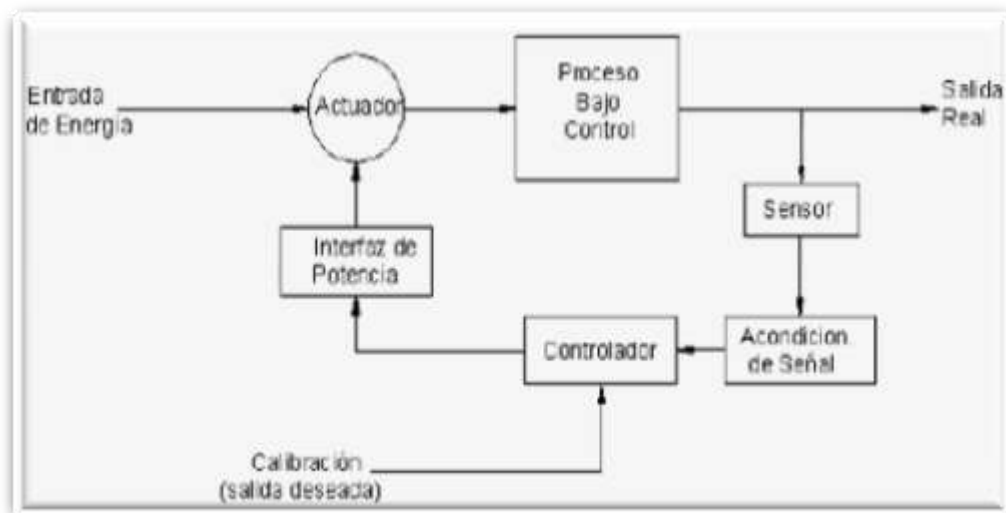


Figura 2.14 Diagrama de sistema de control en lazo cerrado

Fuente <http://es.scribd.com/doc/49265460/control-industrial>

2.3.3.4 Automatismos Analógicos y Digitales.

Según la naturaleza de las señales que intervienen:

Sistemas Analógicos: Señales de tipo continuo, con un margen de variación determinado, que representan magnitudes físicas del proceso (temperatura, presión, velocidad, etc.) mediante una tensión o corriente proporcional a su valor (4 a 20 mA, 0 a 10 Volt, etc.)

Sistemas Digitales: Señales lógicas o binarias.

Un bit: automatismos lógicos (contactos, etc.)

Palabras: automatismos digitales (contadores, temporizadores, etc.)

Sistemas Híbridos: Se procesan ambos tipos de señales. Como autómatas programables son digitales, para el uso de señales analógicas se utilizan conversores A/D y D/A.

2.3.3.5 Automatismos Cableados y Programables.

Tecnología Cableada

Con este tipo de tecnología, el automatismo se realiza interconectando los distintos elementos que lo integran. Su funcionamiento es establecido por los elementos que lo componen y por la forma de conectarlos.

Esta fue la primera solución que se utilizó para crear autómatas industriales, pero presenta varios inconvenientes que ya se mencionó con anterioridad.

Los dispositivos que se utilizan tecnologías cableadas para la realización del automatismo son:

Automatismos eléctricos a base de contactores:

- Mandos neumáticos, oleohidráulica.
- Tarjetas electrónicas.

Tecnología Programada

Los avances en el campo de los microprocesadores de los últimos años han favorecido la generalización de las tecnologías programadas. En la realización de automatismos. Los equipos realizados para este fin son:

- Los ordenadores.
- Los autómatas programables.

El ordenador, como parte de mando de un automatismo presenta la ventaja de ser altamente flexible a modificaciones de proceso. Pero, al mismo tiempo, y debido a

su diseño no específico para su entorno industrial, resulta un elemento frágil para trabajar en entornos de líneas de producción.

Un autómata programable industrial es un elemento robusto diseñado especialmente para trabajar en ambientes de talleres, con casi todos los elementos del ordenador.

Actualmente las empresas industriales buscan mediante la automatización un máximo rendimiento en la producción; es decir, ellos continuamente trabajan por alcanzar la mayor calidad de sus productos al menor costo posible. Por tanto, la automatización debe ser modular, eficaz y económica, para la optimización de recursos.

Nivel de control

Está compuesta por los Autómatas Programables- PLC's, y las diferentes clases de interfaces hombre-máquina, para el control de las máquinas industriales, aunque todavía este nivel está compuesta principalmente por la lógica de relés.

Actualmente, existe una extensa variedad de autómatas Programables de distintos fabricantes, como la SIEMENS, MOELLER, OMRON, ALLEN BRADLEY, etc.

Nivel de campo

Es el nivel más bajo de la jerarquía y están compuestos por los sensores (termocuplas, tacómetros, detectores de proximidad, etc.) y actuadores (motores, electroválvulas, etc.)

2.3.3.6 Controladores Lógicos Programables (PLC's)

Las empresas de hoy, que piensan en el futuro, se encuentran provistas de modernos dispositivos electrónicos en sus máquinas y procesos de control. Hoy

las fábricas automatizadas deben proporcionar en sus sistemas, alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad. Una de las bases principales de tales fábricas es un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable. Hoy los Controladores Programables son diseñados usando lo último en diseño de Microprocesadores y circuitería electrónica lo cual proporciona una mayor confiabilidad en su operación en aplicaciones industriales donde existen peligro debido al medio ambiente, alta repetitividad, altas temperaturas, ruido ambiente o eléctrico, suministro de potencia eléctrica no confiable, vibraciones mecánicas etc.

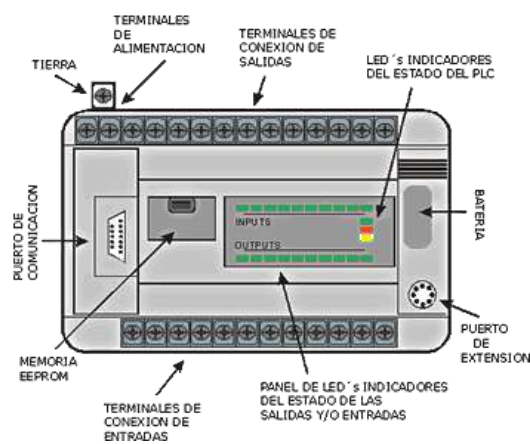


Figura 2.15 Estructura de un PLC

Fuente: <http://www.automatas.org/hallen/hallen.htm>

El Control Lógico Programable que fue diseñado y concebido para su uso en el medio ambiente industrial.

Selección de un PLC ⁵

Al evaluar la capacidad y tipo de PLC necesario para llevar a cabo una tarea, los factores que se debe tener en cuenta son:

⁵ W.Bolton, Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición.

1. ¿Qué capacidad de entrada/salida se requiere? Es decir, la cantidad de entradas/salidas, la capacidad de expansión para necesidades futuras.
2. ¿Qué tipo de entradas/salidas se requiere? Es decir, tipo de aislamiento, fuente de alimentación incluida para entradas/salidas, acondicionamiento de señal, etc.
3. ¿Qué cantidad de memoria se necesita? Esto tiene relación con la cantidad de entradas/salidas y la complejidad del programa utilizado.
4. ¿Qué velocidad y capacidad debe tener la CPU? Entonces tiene relación con cuantos tipos de instrucciones manejará al PLC. Cuantos más tipos haya, más rápida debe ser la CPU. Asimismo, cuanto mayor sea la cantidad de entradas/salidas que se manejen, más rápida tendrá que ser la CPU requerida.

Ventajas de los PLC's

Los Controladores Lógicos Programables, PLC como ellos son comúnmente llamados, ofrecen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control tales como relevadores temporizadores electrónicos, contadores y controles mecánicos como del tipo tambor.

El objetivo de este texto es mostrar el funcionamiento interno y de programación de este tipo de controladores, además de mostrar algunas de sus aplicaciones en la industria, también realizar una serie de prácticas para que el técnico o ingeniero en la industria pueda iniciarse en este apasionante rama de la automatización.

Descripción de un PLC

EL PLC es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales

implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada /salida digitales y analógicas, varios tipos de maquinas o procesos.

De una manera general podemos definir al controlador lógico programable a toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. Su programación y manejo puede ser realizado por personal con conocimientos electrónicos sin previos conocimientos sobre informática.

Campos de aplicación del PLC

EL PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del Hardware y Software amplia continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el aspecto de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, las extremas facilidades de un montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación de procesos en que se reduce necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalación de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

EJEMPLOS DE APLICACIONES DE UN PLC

- Maniobras de máquinas.
- Maquinaria industrial del mueble y la madera.
- Maquinaria en proceso de grava, arena y cemento.
- Maquinaria en la industria del plástico.
- Maquinaria de ensamblaje.

2.3.3.7 Lenguajes de Programación

Para toda la familia de autómatas se emplean los siguientes lenguajes de programación:

Lista de instrucciones (AWL).

Esquema de contactos (KOP): se representa gráficamente con símbolos eléctricos.

Internamente el autómata solo trabaja con lista de instrucciones, KOP es traducido a AWL por Step.

Las instrucciones son las órdenes lógicas elementales que el sistema debe obedecer. Suelen ocupar una línea de programa (dos en algunas instrucciones), y no pueden escindirse en instrucciones parciales.

2.3.3.8 Tipos de Lenguaje

El esquema de contactos (KOP) es un lenguaje de programación gráfico con componentes similares a los elementos de la lógica cableada.

La lista de instrucciones (AWL) comprende un juego de operaciones nemotécnicas que representan las funciones de la CPU.

Diagrama de contactos KOP

El esquema de contactos (KOP) es un lenguaje de programación gráfico con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos.

Al programar con KOP, se crean y se disponen componentes gráficos que conforman un segmento de operaciones lógicas.

Para crear programas se dispone de los siguientes elementos: Contactos: Representan un interruptor por el que la corriente puede circular.

- Bobinas Representan un relé o una salida excitada por la corriente.
- Cuadros Representan una función (por ejemplo, un temporizador, un contador o una operación aritmética) que se ejecuta cuando la corriente llega al cuadro.

Contactos

- El contacto normalmente abierto se cierra (ON) si el bit es igual a 1.
- El contacto normalmente cerrado se cierra (ON) si el bit es igual a 0.

Programación En KOP

La corriente circula por un contacto normalmente abierto sólo cuando el contacto está cerrado (es decir, cuando su valor lógico es "1").

De forma similar, la corriente circula por un contacto normalmente cerrado o negado (NOT) sólo cuando dicho contacto está abierto (es decir, cuando su valor lógico es "0").

2.3.4 Ingeniería Mecánica ⁶

La Ingeniería Mecánica comprende el diseño, construcción, supervisión, instalación, mejoramiento y mantenimiento de sistemas mecánicos relacionados con las actividades industriales, agrícolas y comerciales, usando eficientemente los recursos con que cuenta el medio.

La Ingeniería mecánica es la aplicación de los principios físicos para la creación de dispositivos útiles, como objetos y máquinas.

Los ingenieros mecánicos usan principios como el calor, la fuerza y la conservación de la masa y la energía, para analizar sistemas físicos estáticos y dinámicos, contribuyendo a diseñar objetos como automóviles, aviones y otros vehículos, así como una gran variedad de máquinas y utensilios que intervienen en nuestra vida cotidiana.

Los sistemas de enfriamiento y calentamiento, equipos industriales y maquinaria de guerra, pertenecen también a esta rama de la ingeniería.

2.3.5 Procesos de Manufactura ⁷

Los procesos para manufactura se determinan tomando en cuenta dos puntos de vista, uno técnico funcional y el otro económico, en la mayoría de las veces habrá una discordancia entre estos dos puntos de vista, pero se debe en lo posible llegar a un punto de equilibrio para obtener un producto que satisfaga los requerimientos funcionales y no sea demasiado caro.

⁶ <http://www.universidades.com/carreras/ingenieria-mecanica.asp>

⁷ <http://es.scribd.com/doc/3934039/seleccion-de-procesos-de-manufactura>

2.3.6 Gestión Empresarial ⁸

En el proceso de inyección de plástico para mejorar el tiempo de operación la gestión empresarial será de suma importancia ya que buscará mejorar la productividad y por ende la competitividad de la empresa Halley corporación.

Una optima gestión no busca sólo hacer las cosas mejor, lo más importante es hacer mejor las cosas correctas y en ese sentido es necesario identificar los factores que influyen en el éxito o mejor resultado de la gestión.

La entrada en el nuevo siglo y el panorama cambiante del mercado, sumado al apareamiento y desarrollo de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC's) ha hecho que las empresas tengan que desenvolverse en un entorno cada vez más complejo. Por lo tanto la empresa industrial moderna debe asumir el enorme desafío de modificar su gestión para competir con éxito en el mercado. Se puede decir entonces que la mayor parte de las empresas industriales se han visto en la necesidad de abrazar una gestión de adaptación a los cambios y a las nuevas circunstancias venideras.

2.3.7 Administración de Producción ⁹

Para la administración de Producción la empresa deberá tener un conjunto de actividades que un grupo humano organice, dirija y realice de acuerdo a sus objetivos

La metodología de la Administración de Producción está cambiando rápidamente, en el las innovaciones tecnológicas, para clarificar que la Administración de Producción se basa en conceptos de sistemas.

⁸ <http://iq.ua.es/TPO/Tema5.pdf>

⁹ http://expodime.cucei.udg.mx/vexpo/IVEXPODIME/pdf/EXPODIME_19.PDF

En la Administración de Producción, *Producción* significa hacer bienes, cosas de valor. *Administración* es un término difícil de definir en un sentido tan amplio que cubra todas sus posibles ramificaciones. No se limita en este caso a las acciones de control.

Esto puede ejemplificarse con la gestión de la programación de producción.

Cualquier ejecución de un programa de producción equilibrado depende de una correcta programación que se realiza de acuerdo a una serie de procedimientos predeterminados. Sin embargo y para estar a la altura de un mundo rápidamente cambiante, estos procedimientos deben cambiarse de tanto en tanto, es decir la gestión de la programación no es estática.

Las empresas deben desarrollar métodos optimizados para formular y ejecutar sus programas de acuerdo a los cambios del entorno. Antes que adherir a métodos establecidos las empresas buscarán la forma de mejorar sus procedimientos de modo de facilitar la obtención de los objetivos de la empresa.

El concepto de Administración se considera generalmente consistente en:

- 1) Planificar.
- 2) Implementar.
- 3) Controlar.

Este “ciclo administrativo” no es un concepto monolítico, sino más bien realizado en una variedad de modos, dependiendo en este caso de los diferentes tipos y aspectos de la producción.

2.3.8 Tiempos de Operación ¹⁰

Se basa en los tiempos y movimientos con los cuales la máquina tipo pistón trabaja en todo el proceso de inyección y que brevemente se explicara a continuación en una forma detallada y minuciosa.

2.3.8.1 Tiempo de inyección

El tiempo de inyección se relaciona con la velocidad de inyección de manera inversa. Así, tiempos de inyección pequeños implican velocidades muy elevadas. Además, la velocidad de inyección también está relacionada directamente con la presión de inyección.

A velocidades muy altas la presión de inyección crece muy rápidamente, a causa de la resistencia al flujo en la boquilla y en la entrada de la cavidad. Con velocidades menores, en cambio, el plástico se va solidificando a medida que se inyecta el material; aumentando la viscosidad y disminuyendo la sección de paso.

2.3.8.2 Tiempo de mantenimiento

La duración de la etapa de mantenimiento se conoce como tiempo de mantenimiento y tiene una influencia decisiva. Si este tiempo es demasiado corto el plástico puede salir de la cavidad hacia el sistema de alimentación y la unidad de inyección; con los consiguientes cambios de orientación y disminución de la tenacidad de la pieza, fluctuaciones en el peso, falta de reproducibilidad y una gran variedad de defectos.

¹⁰ <http://es.scribd.com/doc/50438224/30320605-Capitulo-3-Proceso-de-Inyeccion-de-Plasticos>

2.3.8.3 Tiempo de enfriamiento

Como ya ha sido mencionado en las etapas del proceso de inyección, el tiempo de enfriamiento del molde comienza en la fase de inyección, cuando el material se solidifica en la pared del molde. Sin embargo, este tiempo de enfriamiento debe prolongarse más allá de la fase de mantenimiento; motivado porque la pieza moldeada o se ha enfriado aún lo suficiente y no posee la estabilidad necesaria para el desmoldeo.

2.3.8.4 Tiempo de plastificación

El tiempo de plastificación o de carga es el tiempo que tarda la máquina en cargar material para la próxima inyectada y será afectado por:

- La temperatura.
- La velocidad de desplazamiento del pistón.
- La contrapresión.
- El tipo del material.

2.3.8.5 Tiempos de movimiento

Los tiempos de movimiento corresponden a los tiempos:

- De apertura de molde.
- De expulsión.
- De cierre de molde.

2.3.8.6 Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo depende, principalmente, de los tiempos de las etapas o fases de:

- Cierre del molde.
- Inyección.
- Enfriamiento de la pieza.
- Apertura del molde y expulsión de la pieza.

Así el tiempo de enfriamiento y, por tanto, el tiempo de ciclo dependerá principalmente de:

- Temperatura del material fundido.
- Temperatura de la pared del molde.
- Temperatura de expulsión.
- Conductividad térmica del material.
- Calor específico del material.
- Espesor: La parte más gruesa será la última en enfriar dentro del molde, influyendo en el tiempo de enfriamiento.

2.4. Hipótesis

¿El estudio del proceso de inyección de plástico en moldes pequeños permitirá mejorar el tiempo de operación en la empresa Halley Corporación?

2.5 Señalamiento de variables de la hipótesis

2.5.1 Variable Independiente

Proceso de inyección de plástico en moldes pequeños

2.5.2 Variable Dependiente

Permitirá mejorar el tiempo de operación en la empresa Halley Corporación.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

En el presente proyecto se trabajará con variables cuantitativas de manera que se deberá interpretar los resultados basados en la cantidad de piezas inyectadas con el sistema actual y la posible solución.

3.2 Modalidad básica de la investigación

3.2.1 Investigación por el objeto

Se realiza cuando no se tiene una idea precisa de lo que se desea estudiar o cuando el problema es poco conocido por el investigador, este tipo de investigación se ayuda al planteamiento del problema.

3.2.2 Por el Lugar

3.2.2.1 Bibliográfica documental

Tiene la finalidad de ampliar, deducir diferentes teorías de distintos autores acerca de información del tipo de proceso, el tipo de controladores que utiliza la inyectora tipo pistón y todo lo hace basándose en de bibliografía que se encuentra en libros, revistas, periódicos, internet.

Este tipo de información nos ayudaría a la realización de este proyecto por lo cual será indispensable el refuerzo que nos brinda la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

3.2.2.2 Investigación de laboratorio

Es necesaria por cuanto se realizará en un ambiente controlado, que sea apto para esta investigación, y por la tanto en parte se utilizarán los laboratorios de Control y Automatización (Omron) de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, ya que este lugar cuenta con instrumentos similares a los que se utilizaría en la investigación del presente trabajo

3.2.3 Investigación por el tiempo

3.2.3.1 Experimental

Será de tipo experimental porque será necesario analizar y evaluar los resultados obtenidos con el sistema actual con el que trabaja la máquina inyectora, para poder sacar conclusiones que nos permitiría precisar la relación causa-efecto (demora en el proceso de inyección y en el tiempo de operación de la máquina) con la que se producirá esta investigación.

3.3 Nivel o tipo de investigación

3.3.1 Exploratorio

La investigación de este estudio trata de solucionar el problema que se presenta en el proceso de inyección de plástico, ya que existen elevados tiempos en la elaboración de piezas de polipropileno

Se realiza cuando no se tiene una idea precisa de lo que se desea estudiar o cuando el problema es poco conocido por el investigador, este tipo de investigación nos

enseña cuál es la manera correcta de abordar el problema de investigación, con el fin que los estudios que se realicen no sean una pérdida de recursos y tiempo.

3.3.2 Descriptivo

Para la presente investigación se observó que la máquina inyectora de plástico no cuenta con los controladores necesarios para que tenga un desempeño óptimo, esto ha provocado que exista un deficiente control en el proceso de inyección, y así nos permitirá realizar comparaciones con otras existentes en la misma empresa.

3.3.3 Explicativo

Explica los fenómenos y el estudio de sus relaciones para conocer las causas de los aspectos ocurridos, para poder responder a preguntas como: ¿por qué ocurre? ¿En qué condiciones ocurre?

3.4 Población y Muestra

Al realizar la operacionalización de variables deduce que no se necesita tanto de encuestas como de entrevista por lo que se llega a la conclusión que la población llega a ser cero por lo que la muestra tampoco existe debido a que la ejecución del proyecto será netamente técnico.

3.5 Operacionalización de variables

3.5.1. V.I. Proceso de inyección de plástico en moldes pequeños

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	ÍTEMS	INDICADORES	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN
Consiste básicamente en fundir un material plástico con un control adecuado se introduce a presión en las cavidades de un molde, donde se enfría hasta una temperatura a la que las piezas puedan ser extraídas sin deformarse obteniendo productos de buena calidad	Control de procesos	¿Qué tipos de procesos de inyección se puede utilizar?	Semiautomáticos Automáticos	Observación Guía de observación
	Calidad de Producto Final	¿Qué factores inciden en la calidad del producto final?	Tipo de molde Tipo de plástico a utilizar	Observación Guía de observación Selección y Guía de observación.

Tabla N° 3.1 Variable Independiente.

Fuente: Elaborado por el investigador.

3.5.2. V.D Mejorar el tiempo de operación en la empresa Halley Corporación

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	ÍTEMS	INDICADORES	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN
Representa las etapas principales del proceso de producción, se crea, se cambia o se añade algo, de acuerdo a los tiempos de actividades que se realice tales como la inyección, etc.	Producción	¿Qué tipo de procesos de producción existe?	Manuales Automáticos	Observación Observación
	Tiempos	¿A través de que se podrá reducir el tiempo del proceso de inyección?	Tiempo de inyección manual Tiempo de inyección Automática	Guía de observación Guía de observación

Tabla N° 3.2 Variable Dependiente.

Fuente: Elaborado por el investigador.

3.6 Plan de recolección de información

Por medio de la operacionalización de variables la presente investigación, la recopilación de información se realizará por medio de las siguientes técnicas:

Observación: Directa, Indirecta, de laboratorio una investigación bibliográfica de distintos libros, información del internet y mediante la utilización de instrumentos como: cuaderno de notas y registros específicos que se hayan realizado dentro la empresa.

3.7 Plan de procesamiento y análisis

Se realizará pruebas de inyección de rieles de cortina, y se tomara apuntes mediante las guías de observación sobre el tiempo que se demora en realizar la inyección, tanto en forma manual y con el sistema automatizado.

3.7.1 Plan que se empleará para procesar la información recogida.

Con los datos anteriormente obtenidos las maneras de procesar este banco de datos se realizará de la siguiente manera:

Revisión Crítica, de la información recogida.

Representación Escrita, Se utilizará porque se tendrá que comparar la producción de productos por inyección con el sistema actual y con el que se podrá implementar.

Representación Tabular, Se utilizará porque los datos que se obtendrán serán numéricos, y deberán ordenarse por filas y columnas con las especificaciones correspondientes de acuerdo a la producción de rieles de cortinas.

3.7.2 Plan que de análisis e interpretación de resultados.

Luego de los gráficos en la parte inferior de cada una de los gráficos en común encontrar unas pocas líneas con el análisis e interpretación del mismo, en función de los objetivos y la hipótesis o de la propuesta.

- Análisis de los resultados estadísticos, destacando la tendencia de acuerdo a los objetivos y la hipótesis.
- Interpretación de los resultados, con el apoyo del Marco teórico.
- Comprobación de Hipótesis.
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tesis previa del Sr Wilson Nuñez la máquina inyectora debe de estar encaminada a ofrecer tiempos mínimos de inyección de entre 30 a 60seg que se necesitaría para la producción en moldes pequeños, siendo uno de los tiempos más idóneo el de los 45seg que se necesitaría para una producción completa.

El análisis e interpretación de resultados en la presente investigación tiene el propósito de describir el funcionamiento actual de la máquina, mediante pruebas de inyección de plástico en moldes pequeños para guías de cortinas.

Para eso se debe tener en cuenta que parámetros se deberán adoptar para que este proceso se pueda agilizar y algunas de las variables que se toma en cuenta es la temperatura de fusión del Polipropileno (PP) (Anexo A, A1), la presión con la que trabaja el sistema hidráulico y el tiempo en el cual se lleva a cabo el proceso de inyección.

4.2 Interpretación de datos

Al momento de observar el proceso de inyección de plástico por medio de controladores de mando manual se establece que existe una demora en la elaboración de piezas de polipropileno ya que en esta parte del proceso se realizan algunas operaciones como el dosificado, llenado, compactación y enfriamiento del

producto y por lo tanto se deberá tener en cuenta este factor que es muy importante para poder realizar una comparación de cómo está trabajando con el sistema actual, es por este motivo que se prevé establecer cuál será el método adecuado con el que se podrá tener una respuesta favorable en cuanto a optimización tiempos de operación y tiempos de inyección.

4.2.1 Representación del Tiempo Empleado en el Proceso de Inyección

A continuación se presenta de forma resumida los resultados de las distintas fases de funcionamiento de la máquina inyectora de plástico para moldes pequeños, estos datos se obtuvo mediante la realización de tablas de datos y su interpretación se la visualizará mediante gráficos. Para evaluar los tiempos de todo el proceso se utilizó un cronómetro.

HALLEY CORPORACIÓN

Ensayo de inyección del plástico

Elaborado: Daniel Masabanda Pillapa

Fecha de elaboración: 9-13 de Mayo del 2011

# de pruebas	Material Polipropileno(PP)	Tiempo de inyección(s)
1	PP	60,5
2	PP	60,7
3	PP	60,9
4	PP	60
5	PP	57,8
6	PP	58
7	PP	58,3
8	PP	59
9	PP	60
10	PP	60,2
11	PP	59
12	PP	58
13	PP	58,8
14	PP	59
15	PP	59
16	PP	59,2
17	PP	59,7
18	PP	58,8
19	PP	59,7
20	PP	60

TABLA 4.1 Prueba 1 sistema manual

NÚMERO DE PRUEBAS – TIEMPO DE INYECCIÓN

Fuente: Elaborado por el investigador

HALLEY CORPORACIÓN

Ensayo de inyección del plástico

Elaborado: Daniel Masabanda Pillapa

Fecha de elaboración: 16-20 de Mayo del 2011

# de pruebas	Material Polipropileno(PP)	Tiempo de inyección(S)
1	PP	59,7
2	PP	60,5
3	PP	60,2
4	PP	60,3
5	PP	60
6	PP	60,1
7	PP	59
8	PP	58
9	PP	59,6
10	PP	59,4
11	PP	59,8
12	PP	58
13	PP	58
14	PP	59
15	PP	59,5
16	PP	59,7
17	PP	58
18	PP	57
19	PP	56
20	PP	58

TABLA 4.2 Prueba 2 sistema manual

NÚMERO DE PRUEBAS – TIEMPO DE INYECCIÓN

Fuente: Elaborado por el investigador

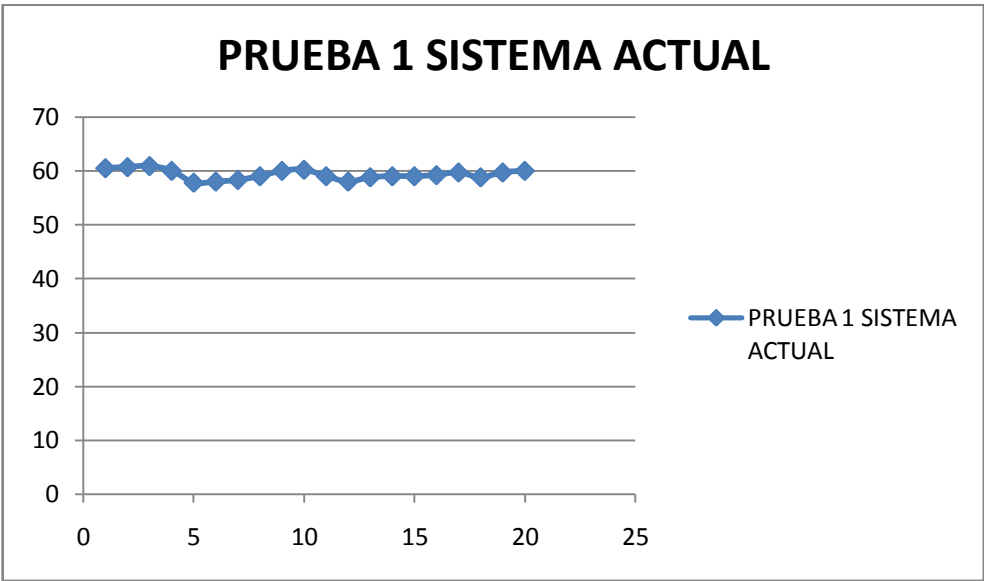


Gráfico 1. Prueba del sistema actual.

Número de pruebas vs Tiempo.

Fuente: Elaborado por el investigador

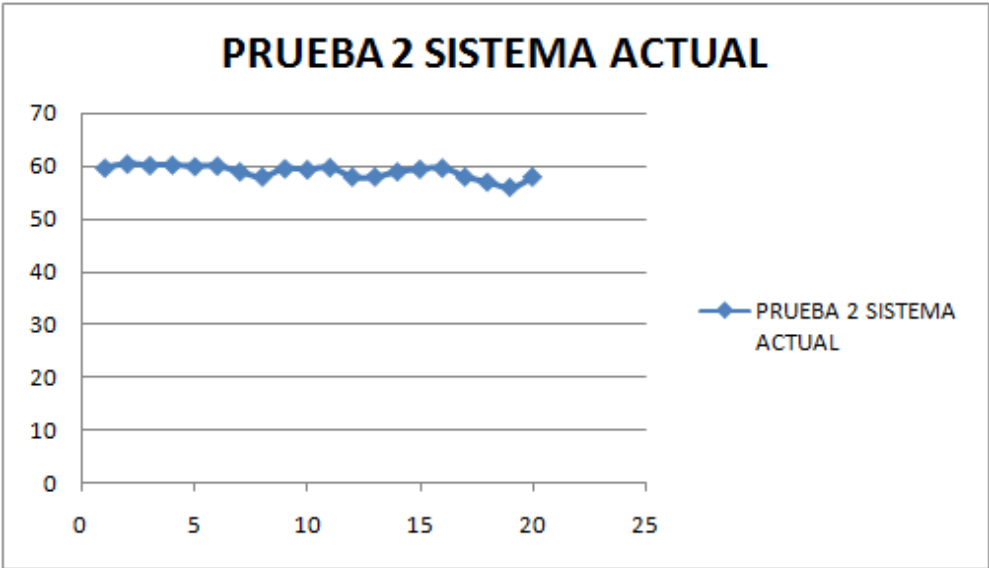


Gráfico 2. Prueba del sistema actual.

Número de pruebas vs Tiempo

Fuente: Elaborado por el investigador

4.3 Verificación de hipótesis

Mediante la implementación del sistema automatizado en la máquina inyectora de plástico para moldes pequeños se consiguió reducir tiempos de operación de la misma, además se mejoró el proceso en la elaboración de los rieles de cortinas y se obtuvo un tiempo de = 45 segundos puesto que por medio de la automatización de la máquina, esta trabaja en óptimas condiciones de forma continua.

Este proceso contribuye notablemente al desarrollo de la empresa, brindándole la alternativa de mejorar la calidad de los productos debido a las exigencias del mercado que cada vez son mayores.

A continuación se presenta una tabla de datos y una representación grafica en la cual se podrá observar la diferencia entre los dos procesos de inyección.

HALLEY CORPORACIÓN		
Ensayo de inyección del plástico		
Elaborado: Daniel Masabanda Pillapa		
Fecha de elaboración: 1 - 5 de Agosto del 2011		
# de pruebas	Material Polipropileno(PP)	Tiempo de inyección(s)
1	PP	47
2	PP	46,5
3	PP	45
4	PP	46
5	PP	43
6	PP	43
7	PP	45,3
8	PP	46
9	PP	45
10	PP	44
11	PP	45
12	PP	45
13	PP	45
14	PP	45
15	PP	45
16	PP	45
17	PP	45
18	PP	45
19	PP	45
20	PP	45

**TABLA 4.3 Prueba 3 sistema automatizado
NÚMERO DE PRUEBAS – TIEMPO DE INYECCIÓN**

Fuente: Elaborado por el investigador

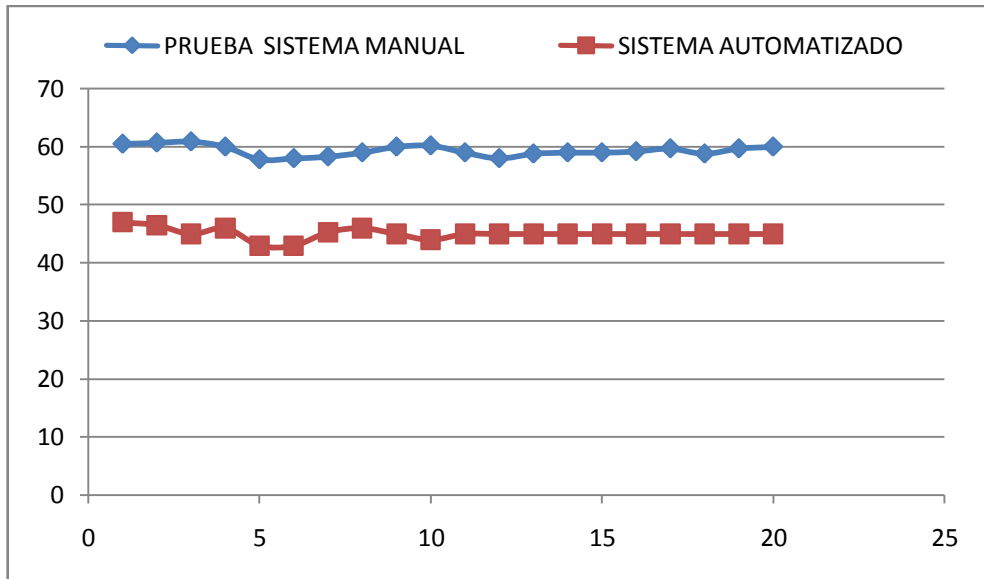


Gráfico 3. Comparación de los dos sistemas.

Número de pruebas vs Tiempo

Fuente: Elaborado por el investigador

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Por medio de las pruebas de inyección realizadas con dos tipos de moldes se determinó que el tiempo total de inyección va variando de acuerdo a la geometría de la matriz que se coloque en la máquina de acuerdo a las necesidades de la empresa.
- Ya realizadas las pruebas con Polipropileno se determinó que este material a inyectarse debe llegar a su temperatura óptima de fusión, es por este motivo que la temperatura incide directamente en el tiempo total de inyección.
- En los ensayos de inyección realizados con el sistema manual se determinó que existe una demora de tiempo en todo el proceso de inyección porque no existe la presión necesaria, transmitida por la unidad hidráulica.
- Observar detenidamente el funcionamiento de la máquina para realizar una lista de los posibles accesorios que se necesitará para la automatización y ver si estos materiales se pueden encontrar en el mercado comercial de la provincia

- Todo sistema de automatización es amplio, ya que propone muchas alternativas que nos llevan a un mismo fin, en nuestro caso mejorar el tiempo de operación de la inyectora de plástico
- Para poder automatizar la inyectora es importante tomar en cuenta el número de entradas y salidas que se requiere para seleccionar el autómata correcto que brinde opciones.
- Para el control de los distintos tiempos en que se realiza la inyección de plástico se seleccionará un PLC que permita a la máquina tener un eficiente desempeño.

5.2 Recomendaciones

- Se debe tener cuidado al momento de regular la temperatura de cada una de las resistencias.
- Seleccionar los materiales adecuados para la automatización de la inyectora y establecer correctamente los parámetros iniciales de los cuales se partirá con la implementación del sistema y poder obtener como resultado una máquina que permita facilitar el trabajo.
- Capacitar al personal de la empresa para el manejo adecuado de la máquina inyectora, con el único fin que al momento de ingreso de datos no sobrepasen los límites establecidos y esta no presente daños prematuros.
- Verificar que todos los dispositivos y conexiones eléctricas estén en perfecto estado con el propósito de prevenir fallos de la máquina y por consecuencia un paro inesperado.

- Siempre que se vaya a manipular la pantalla del PLC es necesario que se lo realice con la mano porque si utilizamos algún otro elemento podría tener daños.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema: **IMPLEMENTAR UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN UNA INYECTORA DE PLÁSTICO PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO EN EL PROCESO DE INYECCIÓN EN LA EMPRESA “ HALLEY CORPORACIÓN ”**

6.1 Datos informativos

La propuesta del proyecto de tesis en este caso es la automatización de una máquina inyectora de plástico, el desarrollo del presente proyecto de investigación se realizará en parte en los laboratorios y biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, y la mayoría de la propuesta se la realizará en la empresa Halley Corporación por ciertos aspectos que son de importancia como:

- La máquina inyectora
- Los accesorios para implementación
- La materia Prima (PP)

Se encuentran en los talleres de la empresa.

6.2 Antecedentes de la propuesta

Para el desarrollo del presente proyecto se vio la necesidad de realizar una investigación que nos diera el conocimiento exacto de la existencia o no de proyectos similares al aquí propuesto, y es así que se ha acudido a fuentes de información tales como:

La biblioteca de la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Mecánica, en la trabajo de graduación del Sr. Manuel Alejandro Vallejo Torres, con el tema.

“Implementación de un sistema automatizado de expulsión en una máquina inyectora para el mejoramiento de la producción de piezas inyectadas de plástico por hora”.

Internet donde se pudo encontrar información en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, del Sr Harley William Jerónimo Morales con el tema. “Automatización de una inyectora de plástico”, en donde se pudo encontrar estudios sobre cuestiones parecidas al problema formulado en el contexto;

Es por esta razón que los datos recogidos servirán para la elaboración del presente trabajo de investigación.

Ya realizada la investigación se ha llegado a determinar que la máquina inyectora con el sistema automatizado ofrece mayor rendimiento, por ende una mejor producción de piezas de plástico, logrando así de esta manera minimizar la intervención del operador, además agilizaría procesos, facilitaría el manejo, se reduciría el mantenimiento y lo más esencial bajarían los costos de operación.

6.3 Justificación

Por las guías de observación (Anexo B) realizadas anteriormente de cómo está trabajando la inyectora, de la empresa "Halley Corporación" se pudo establecer que necesita ser automatizada para agilizar procesos y mejorar el tiempo de operación en la máquina.

Por este motivo se dispone dar solución al problema antes planteado, que es actualizar tecnológicamente la máquina, con lo cual permitirá mejorar el tiempo de inyección en moldes pequeños.

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo general

Implementar un sistema automatizado en una inyectora de plástico para optimizar el tiempo en el proceso de inyección en la empresa "Halley Corporación".

6.4.2 Objetivos específicos

- Establecer qué tipo de controladores serán los adecuados implementar para mejorar los tiempos de inyección en moldes pequeños de plástico.
- Evaluar que requerimientos técnicos adecuados necesita la máquina inyectora de plástico.
- Verificar que los dispositivos de control sean los apropiados y capaces para que la inyectora sea manipulada por una sola persona sin utilizar fuerza excesiva.

6.5 Análisis de factibilidad

En nuestra investigación está involucrada la inversión para realizar la implementación de un sistema automatizado en la máquina inyectora de plástico de moldes pequeños.

Para este trabajo de investigación se toma aspectos muy importantes como son los costos económicos, por tal motivo es de mucha importancia justificar el total de inversión con estimaciones de recuperación del capital invertido en un cierto lapso de tiempo.

Para la adquisición de los materiales de implementación se tuvo cierta dificultad porque en nuestra provincia no cuenta con diversos proveedores de equipos electro neumáticos, es por esta causa que se vio la necesidad de adquirir la mayor parte de los equipos en otra ciudad del país, para desarrollar la automatización

6.6 Fundamentación

6.6.1 Rediseño del sistema hidráulico ¹¹

Para realizar el rediseño del sistema hidráulico se parte con el dato de la presión, es un valor ya calculado de la tesis previa a la implementación del sistema automatizado.

$$P= 14.2301 \text{ MPa} = 142.301 \text{ bar}$$

¹¹ “Inyección de plástico en la empresa HALLEY CORPORACION deficiencia en la producción en moldes pequeños, análisis y alternativa de solución”

Compresibilidad del fluido hidráulico

En todo sistema hidráulico debe tenerse en cuenta la compresibilidad del fluido, aunque este sea idealmente incompresible, y depende de la temperatura y de la presión pero puede tomarse el valor medio de:

$$\beta = 1.6 \times 10^9 \text{Pa} = 16000 \text{bar}$$

Como la presión máxima de trabajo es de 142.30 bar, la variación del volumen del aceite va ser insignificante comparada con el modulo de compresibilidad de los aceites hidráulicos, por lo cual el sistema generador de energía si puede ser hidráulico.

Selección de la bomba hidráulica

Caudal mínimo para la compresión (Q_c)

$$Q_c = \frac{V_c}{t} \quad \text{Ec (6.1)}$$

Variables:

V_c = Volumen del cilindro hidráulico en la compresión

t = Tiempo promedio del desplazamiento del pistón hidráulico.

Para el volumen del cilindro en la compresión (V_c)

$$V_c = \left(\frac{\pi * D^2}{4} \right) * c \quad \text{Ec (6.2)}$$

$$V_c = \left(\frac{\pi * (8\text{cm})^2}{4} \right) * 16\text{cm}$$

$$V_c = 804.247\text{cm}^3 = 0.804247\text{lt}$$

Variables:

D= Diámetro interior del cilindro hidráulico

c= Carrera del pistón

Para que se realice el cierre del molde, el vástago del pistón tiene que desplazarse en un tiempo promedio de 5 segundos, para esto se reemplaza los datos en la ecuación (6.1) para obtener el caudal que suministrará la bomba.

$$Q_c = \frac{0.804247\text{lt}}{5_{\text{seg}}}$$

$$Q_c = 0.1608 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

$$Q_c = 9.6509 \frac{\text{lt}}{\text{min}}$$

Variación del volumen de aceite en el cilindro en la compresión

$$\Delta V = -P \frac{V_c}{\beta} \quad \text{Ec (6.3)}$$

$$\Delta V = -14.232 \times 10^6 \text{Pa} \frac{0.8042 \times 10^{-3} \text{m}^3}{1.6 \times 10^9 \text{Pa}}$$

$$\Delta V = -7.1533 \times 10^{-6} \text{m}^3$$

$$\Delta V = -0.007153 \text{ lt}$$

Variables:

ΔV = Variación de volumen

P= Presión interna de servicio

V_c = Volumen del cilindro hidráulico en la compresión

β = Modulo de compresión del fluido hidráulico

Caudal mínimo para la tracción (Q_t)

$$Q_t = \frac{V_t}{t}$$

Volumen del cilindro en la tracción V_t

$$V_t = \pi \left(\frac{D^2 - d^2}{4} \right) * c$$

$$V_t = \pi \left(\frac{(8\text{cm})^2 - (4.4\text{cm})^2}{4} \right) * 16\text{cm}$$

$$V_t = 560.964\text{cm}^3 = 0.5609\text{lt}$$

Utilizando la ecuación (6.1) y reemplazando valores se obtiene:

$$Q_t = \frac{0.5609 \text{ lt}}{5_{\text{seg}}}$$

$$Q_t = 0.1121 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

$$Q_t = 6.7308 \frac{lt}{min}$$

Luego de obtener el caudal para la compresión como para la tracción, se puede establecer que:

$$Q_c > Q_t$$

Por lo que se debe de seleccionar una bomba que satisfice las necesidades del caudal máximo.

Caudal Real a dar por la bomba

$$Q_r = \frac{Q_c}{\eta} \quad \text{Ec (6.4)}$$

Donde

Q_r = Caudal real a dar por la bomba

η = Rendimiento volumétrico = 0.90 – 0.95

η = 0.90 (se tiene en cuenta fugas)

$$Q_r = \frac{9.6509 \frac{lt}{min}}{0.90}$$

$$Q_r = 10.7232 \frac{lt}{min}$$

Selección del Motor.

$$p = \frac{P * Q_c}{450 * \eta} \quad \text{Ec (6.5)}$$

Variables:

P = Presión en bar = 142.30 bar

Qc = Caudal en lit/min = 10.7232 lit/min

$\eta = 0.8$ Rendimiento (Motor – Bomba)

Utilizando la ecuación (6.5) y reemplazando los valores se tiene.

$$p = \frac{142.30 * 10.7232}{450 * 0.8}$$

$$p = 4.2386 \text{ cv} * \frac{1 \text{ hp}}{0.9863 \text{ cv}}$$

$$p = 4.2974 \text{ hp}$$

Utilizando el Anexo C seleccionamos un motor de 5 HP con una ($\omega=1480$ rpm)

Volumen del Depósito

$$V = 3 * Qc$$

$$V = 3 * 10.7232 \text{ litros}$$

$$V = 32.1696 \text{ litros}$$

$$V = 14.6225 \text{ galones}$$

Cilindrada de la bomba

Tomando un valor de ($\omega=1480$ rpm) velocidad de giro del motor eléctrico.

$$\varepsilon = \frac{Q_c}{\omega} \quad \text{Ec (6.6)}$$

$$\varepsilon = \frac{10.7232 \text{ lt/min}}{1480 \text{ rpm}}$$

$$\varepsilon = 0.007245 \text{ lt/rev}$$

$$\varepsilon = 7.2454 \text{ cm}^3/\text{rev}$$

Utilizando el Anexo D seleccionamos una bomba de engranajes (PFG-174) marca **Atos**, en existencia con una cilindrada de la bomba de $7.6 \text{ cm}^3/\text{rev}$, con especificaciones comerciales que permiten generar una presión de operación de 170 bar desde 600 a 3200 rpm a 10.5 lit/min.

Torque necesario para la bomba

$$T = \frac{\varepsilon * P * \eta}{20 * \pi} \quad \text{Ec (6.7)}$$

Donde:

T: Torque del eje de la bomba

P: presión de servicio de la bomba

ε : Cilindrada de la bomba

Remplazando valores en la ecuación (6.7) se obtiene:

$$T = \frac{\frac{7.2454 \text{ cm}^3}{\text{rev}} * 142.30 \text{ bar} * 0.9}{20 * \pi}$$

$$T= 14.76 \text{ N.m}$$

Capacidad de aspiración de la bomba (ϵ)

$$\Omega = \frac{\omega}{1500} * \left(\frac{\epsilon}{100}\right)^{1/3} \quad \text{Ec (6.8)}$$

$$\Omega = \frac{1480 \text{ rpm}}{1500} * \left(\frac{7.2454 \text{ cm}^3/\text{rev}}{100}\right)^{1/3}$$

$$\Omega= 0.4113$$

Comparando el valor de Ω en el anexo (E) se establece que la bomba es de tipo auto aspiración, es decir no necesita de elementos externos para aspirar el fluido hidráulico del sistema al iniciar su funcionamiento.

6.6.2 Selección del aceite hidráulico ¹²

Selección correcta de un aceite industrial

La correcta lubricación de los mecanismos de un equipo permite que estos alcancen su vida de diseño y que garanticen permanentemente la disponibilidad del equipo.

Es muy importante seguir las recomendaciones de la lubricación del fabricante del equipo. (Anexo F), ó si estas no se conocen, calcular el lubricante correcto partiendo de los parámetros de diseño del mecanismo como cargas, velocidades, temperaturas, medio ambiente en el cual trabaja el equipo, etc.

¹² PEDRO ALBARRACIN AGUILLON INGENIERO MECANICO ABRIL 09 DE 2003 MEDELLÍN-COLOMBIA

Considerando el aumento de calor por fricción en el sistema hidráulico se toma como referencia que el aceite hidráulico HIDRALUB ISO 68(Anexo F1) por tener las siguientes características

1. Gravedad específica (gr/cm³), ASTM D-287: 0,875
2. Viscosidad SSU/100°F, ASTM D-445: 330
3. Índice de Viscosidad, mín., ASTM D-2270: 95
4. Punto de inflamación, °C, ASTM D-92: 221
5. Punto de Fluidez, °C, ASTM D-97: -12

6.6.3 Selección de las electroválvulas¹³

La válvula de solenoide eléctrica funciona al suministrar corriente eléctrica al imán de la bobina, el campo magnético mueve el cuerpo de cilindro deslizante de la válvula, el cual dirige el aceite.

Cabe recordar que la única diferencia entre una válvula hidráulica / eléctrica y una válvula hidráulica ordinaria es la forma en que se mueve el cuerpo de cilindro.

¹³ Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica12.htm

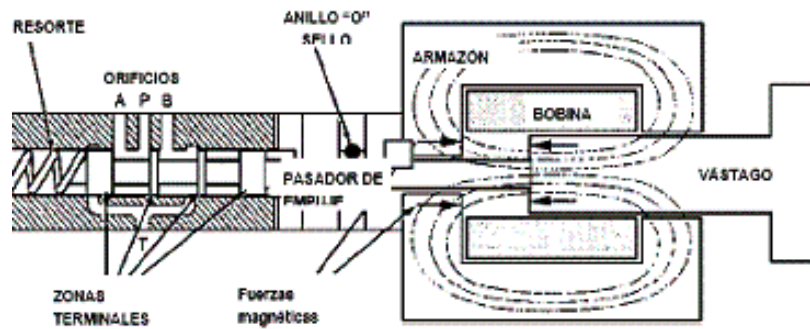


Fig. 6.1 Válvula hidráulica eléctrica

Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica12.htm

Utilizando el Anexo G seleccionamos una electroválvula SWH-G 02-C2-A220-10-LS marca **Northman**, de 4 vías y 3 posiciones y satisface las necesidades de operación requeridas tales como la presión máxima de operación de 310 bar (4500 PSI).

6.6.4 Selección del Filtro

Como se trata de un sistema hidráulico de media presión (50 a 150 bar) el sistema de filtrado se realizará en la aspiración, cuyo grado de filtración es superior a 50 micras y menor a 160 micras donde el filtro va colocado en la aspiración de la bomba para proteger de las partículas de gran tamaño procedentes del depósito.

Del catálogo Internormen se seleccionó un filtro de aspiración TSW 210 (Anexo H) que va sumergido en el depósito (tanque), para sistemas hidráulicos introduciendo en la boca de aspiración

6.6.5 Selección del Manómetro

Un instrumento de gran importancia y necesario en un sistema hidráulico es el manómetro el cual permite apreciar la variación de presión durante la ejecución de los pistones, para la selección se tomará el 10% sobre la presión de trabajo.

$$P_a = P * 1.1$$

Ec (6.9)

Variables:

P_a = Presión de trabajo del manómetro

P = Presión del sistema hidráulico

$$P_a = 142.30 \text{ bar} * 1.1$$

$$P_a = 156.552 \text{ bar}$$

Del catálogo Northman se seleccionó un manómetro **G40 LM/CBM** (Anexo I) que puede soportar una presión de hasta 210 bar (3000 PSI).

6.6.6 Selección de la tubería hidráulica

Se seleccionó mangueras flexibles a presión interna de servicio, y con especificaciones de la presión interna de servicio obtenida mediante cálculos previos, tomando como referencia el catálogo de ALFAGOMMA (Anexo J), determinamos el diámetro equivalente para las mangueras de presión de succión y descarga del sistema hidráulico.

6.6.7 Selección de los codos de la central hidráulica

Para la selección de los codos de acople de la central hidráulica se utilizó del tipo SAE 100R2 de 3/4 x 1/2 porque debe ser de las mismas características de presión y temperatura máxima de trabajo a las de las mangueras flexibles seleccionadas anteriormente. (Anexo K)

6.6.8 Selección del PLC

Para la selección del Controlador Lógico Programable (PLC RENU FP4030MR-L1208R Anexo L) se toma en cuenta los factores que se enumeraron en el capítulo 2, literal 2.3.3.6 además por los módulos de entrada, módulos de salida que dispone y estos son:

- 12 entradas analógicas
- 6 Salidas a relé
- Salidas a transistor



Figura 6.2 PLC RENU FP4030MR-L1208R

Fuente: Flexipanel –User- Manual.pdf

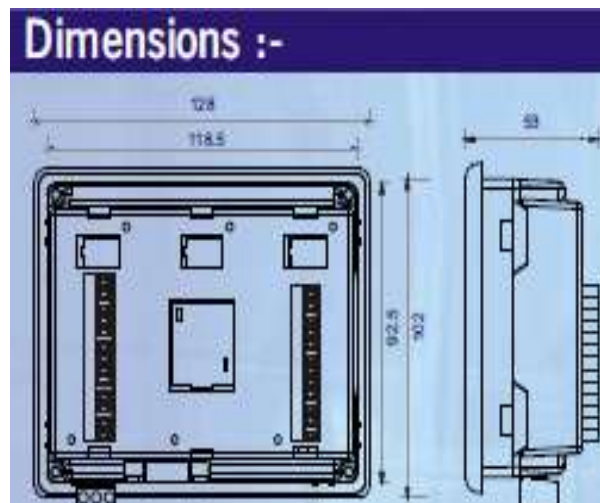


Figura 6.3 Dimensiones del PLC RENU FP4030MR-L1208R

Fuente: www.renuelectronics.com

Utilización del Programa Flexisoft

La ventana principal del software nos indica que debemos seleccionar el modelo del PLC con el que se va a realizar la programación, para nuestro caso es el PLC RENU FP4030MR-L1208R que tiene 12 entradas discretas y 8 salidas discretas, de acuerdo al (Anexo L1).



Figura 6.4 Ventana principal del programa

Fuente: Elaborado por el investigador

La programación de este tipo de PLC se la realiza en aplicación ladder (tipo escalera).

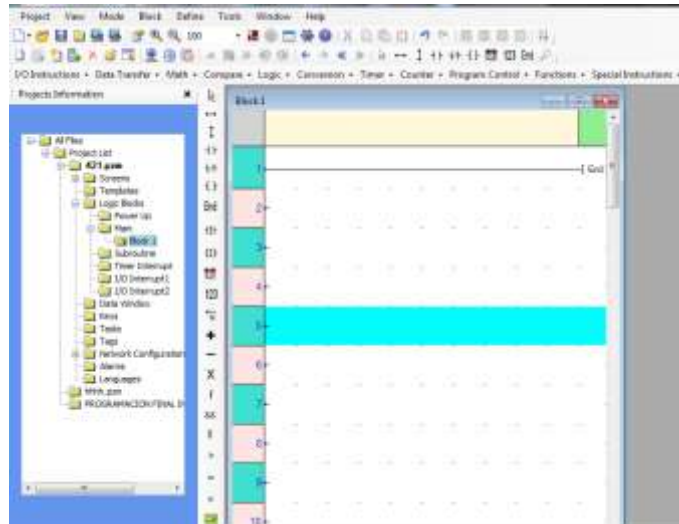


Figura 6.5 Ventana para la programación

Fuente: Elaborado por el investigador

En aplicación ladder para editar el texto hay cierta facilidad porque hay una pantalla con la cual podemos modificar directamente ya sea el nombre o el tipo de elemento que se requiera cambiar.

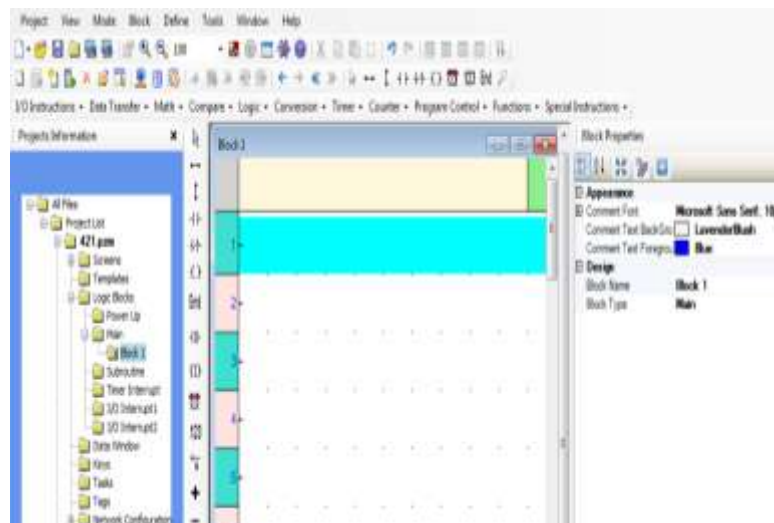


Figura 6.6 Ventana para editar texto

Fuente: Elaborado por el investigador

Para crear un ejemplo en ladder insertamos cualquier tipo de componente e inmediatamente nos aparece una pantalla, en la cual se puede modificar el tipo de función y el nombre del mismo.

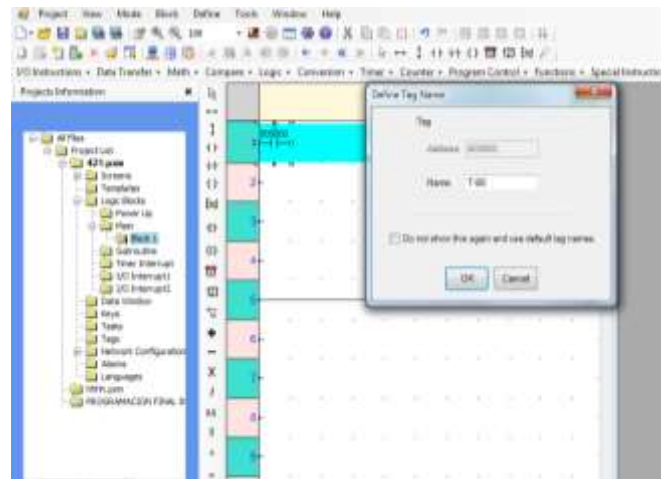


Figura 6.7 Ventana para programación en lenguaje ladder

Fuente: Elaborado por el investigador

Siempre se debe cerrar toda línea de programación, teniendo en cuenta que al final de todo el trabajo se debe insertar el comando End, este nos permitirá ejecutar el software sin que existan errores.

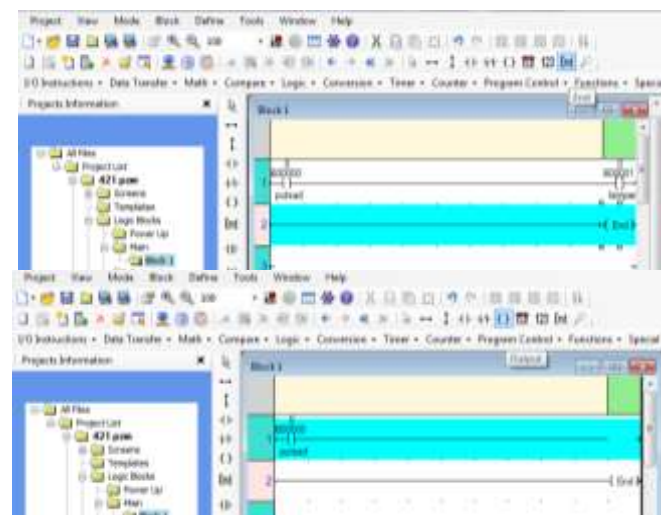


Figura 6.8 Ventana para insertar el comando end

Fuente: Elaborado por el investigador

Previo a la transferencia del programa al PLC se debe compilar con esto se verifica que la programación en ladder esta realizada de forma correcta, para luego transferir toda la programación al PLC

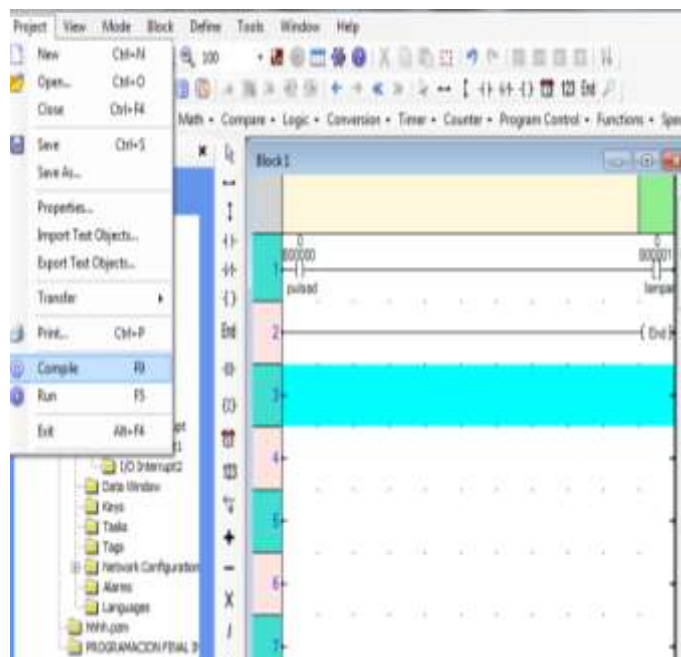
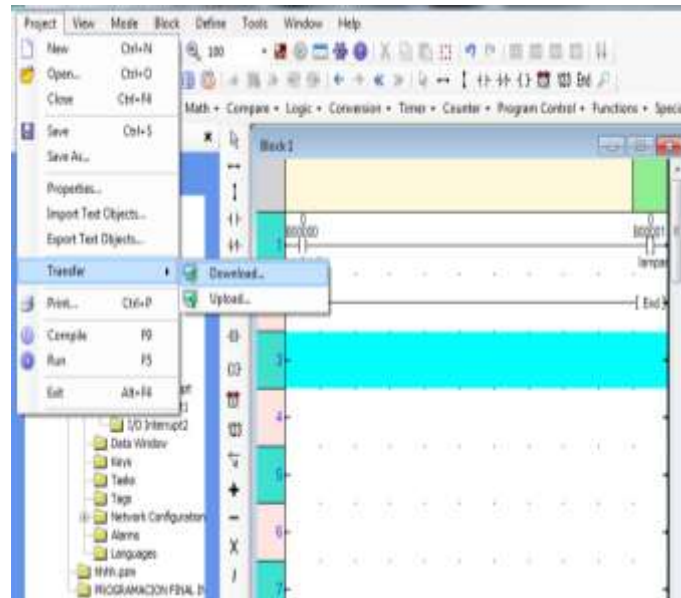


Figura 6.9 Ventana para transferir el programa

Fuente: Elaborado por el investigador

Funcionamiento de la máquina inyectora de plástico

Para saber cómo es el funcionamiento de la máquina inyectora de plástico en modo manual y automático se puede observar el siguiente diagrama de proceso de funcionamiento de la máquina inyectora.

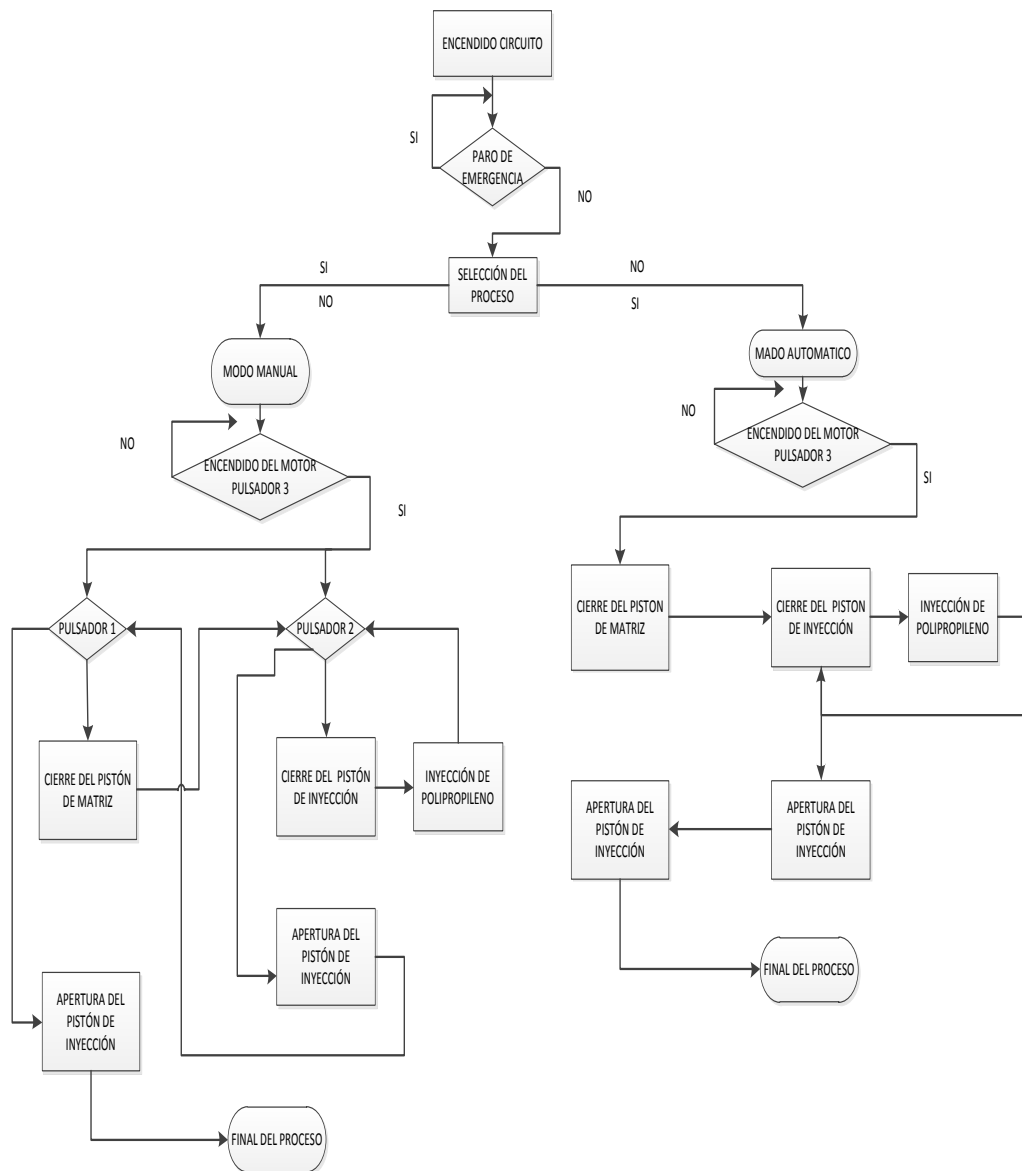


Figura 6.10 Funcionamiento de la máquina inyectora

Fuente: Elaborado por el investigador

6.6.9 Contactores de 220v ¹⁴

Debemos tener en cuenta algunas cosas, como las siguientes:

- El tipo de corriente, la tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia.
- La potencia nominal de la carga.
- Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.

Por las características mencionadas anteriormente se selecciono para las salidas de las electroválvulas un contactor GMC9 de 220 V/ 9 A (Anexo M) y para la salida del motor de la central hidráulica un contactor GMC22 de 220 V/ 22 A (Anexo M1)



Figura 6.11 Contactor 220V

Fuente:http://img.alibaba.com/photo/279125168/GMC_AC_Electrical_Contactor.jpg&imgrefurl=<http://spanish.alibaba.com/product-gs/gmc-ac-electrical-contactor>

¹⁴ http://img.alibaba.com/photo/279125168/GMC_AC_Electrical_Contactor.jpg&imgrefurl=

6.6.10 Final de carrera ¹⁵

Son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. La selección de este sensor se realizó de acuerdo a los requerimientos de la máquina.



Figura 6.12 Final de Carrera

Fuente:http://www.euromatel.es/Documentos/ERSCE.htm&usg=__3t4jpL7-FafHvaxO8J3P-FFxdaw=&h=257&w=267&sz=10&hl=es&start=23&um

6.6.11 Pulsadores CSC 22mm ¹⁶

Serán los encargados de accionar las entradas para el programa del PLC.

¹⁵http://www.euromatel.es/Documentos/ERSCE.htm&usg=__3t4jpL7-FafHvaxO8J3P-
¹³ http://www.epromsa.com/files/products/01299_PPPN1_PPFN1S4N_PPPN1CL.jpg



Figura 6.13 Pulsadores CSC 22mm

Fuente: http://www.epromsa.com/files/products/01299_PPPN1_PPFN1S4N_PPPN1CL.jpg

6.6.12 Selección del cable eléctrico

La instalación del cableado y conexión eléctrica del tablero de mando se realizó con cable # 14 AWG porque trabaja a una temperatura de servicio de hasta 25 °C como se puede ver en el (Anexo N)

6.7 Metodología

La metodología que se realizó para la elaboración de la presente investigación se la describe a continuación

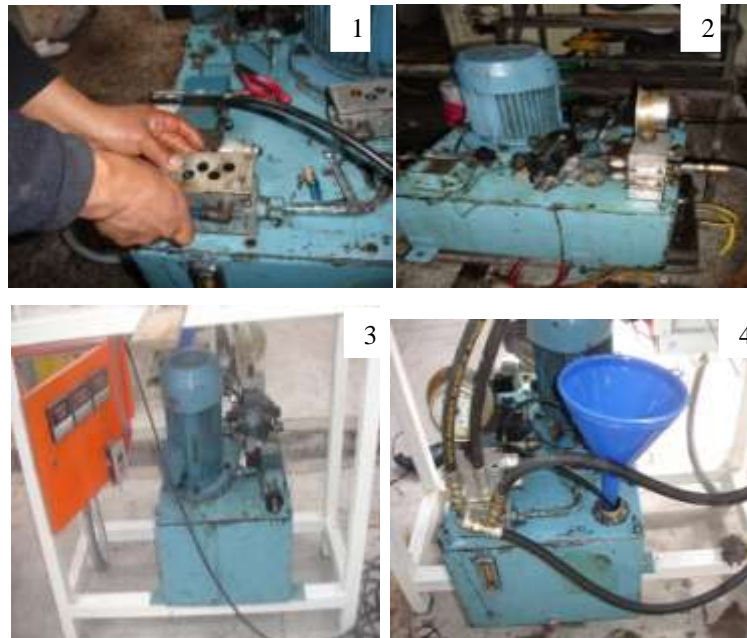


Figura. 6.14 Unidad Hidráulica.

Fuente: Elaborado por el investigador.

Realizar un cheque previo a toda la unidad hidráulica para que funcione de forma continua, se debe revisar las salidas de flujo de aceite en cada una de las electroválvulas, luego colocar la central hidráulica en la parte inferior de la máquina inyectora de plástico.

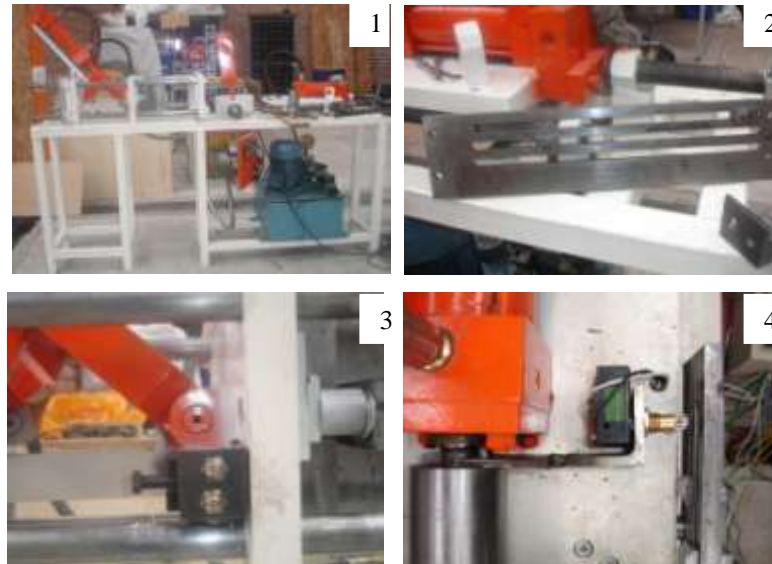


Figura. 6.15 Colocación de finales de carrera

Fuente: Elaborado por el investigador.

Procedemos desmontar el cañón de inyección de polipropileno, para colocar los finales de carrera para que se enclaven y desenclaven, tanto el pistón de la matriz móvil, como el pistón de inyección.



Figura. 6.16 Programación del PLC

Fuente: Elaborado por el investigador.

Luego se realizó la programación del PLC RENU FP4030MR-L1208R, que ya se explico anteriormente en el literal 6.6.8 de cómo se puede utilizar el programa en línea con el PLC y las ventajas que tiene.



Figura. 6.17 Construcción del tablero de control

Fuente: Elaborado por el investigador.

Procedemos a realizar la construcción del tablero control, esto incluye la colocación y cableado de los contactores de 9 Amperios para las salidas de las electroválvulas y el contactor de 22 Amperios para el encendido del motor trifásico, seguido de la colocación del PLC Renu 4030, los pulsadores, los mismos

que nos servirán para el funcionamiento de la máquina en modo semiautomático, y finalmente los focos indicadores.

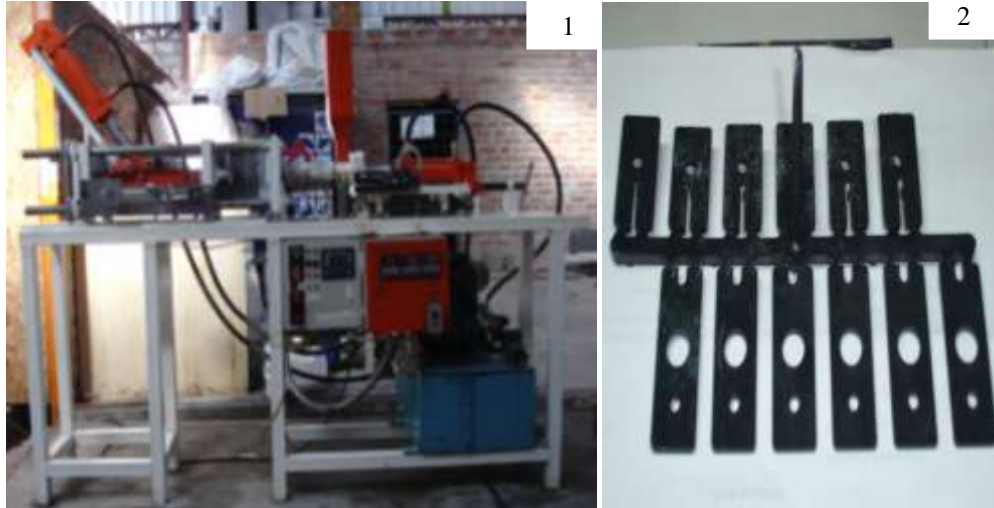


Figura. 6.18 Inyectora con tablero de control y producto final

Fuente: Elaborado por el investigador.

Finalmente se realizó las conexiones desde el tablero de control hacia las electroválvulas y los finales de carrera, para luego realizar las primeras pruebas de funcionamiento de la inyectora ya con el sistema automatizado, obteniendo el producto final que son los rieles de cortinas.

6.8 Administración

6.8.1 Análisis de costos

Los costos no se pueden predecir en su totalidad, pero nos brindan una referencia útil y muy confiable, para realizar una planeación, control y toma de decisiones administrativas.

6.8.1.1 Costos directos

Son aquellos valores que deben ser cancelados, y en nuestro caso tienen cada uno de los materiales empleados directamente para en la construcción del sistema automatizado de la máquina inyectora de plástico.

Cantidad	Descripción	Unidad	Costo unitario	Subtotal (USD)
1	Unidad hidráulica	uni	1650	1650
45	Cable flexible # 14	metros	0,448	20,16
15	Aceite Hidráulico Hidralub ISO 68	galones	10	150
4	Contactador GMC9A 2 Hp 220 V	uni	11,24	44,96
4	Codos hidráulicos 3/4 x 1/2	uni	7	28
2	Borneras de 6ª	uni	0,61	1,22
6	Luz de Neón 10 mm	uni	0,99	5,94
45	Cable flexible #18	metros	0,204	9,18
2	Pulsador 22 MM	uni	1,8	3,6
1	Fuente de alimentación de 24 V	uni	51	51
1	PLC Renu FP4030MR-L1208R	uni	517,35	517,35
1	Contactador GMC22A 7,5 Hp 220 V	uni	22,25	22,25
1	Caja térmica	uni	23,75	23,75
TOTAL				2527,41

Tabla 6-1 Hoja de costos directos

Fuente: Elaborado por el investigador

6.8.1.2 Costos indirectos

Corresponden a todos los costos de utilización, en lo que se refiere a maquinaria utilizada, mano de obra y otros gastos que fueron necesarios para la construcción del proyecto planteado.

Costo de maquinaria y herramientas

Son valores estimados por las horas de trabajo de cada una de las máquinas y herramientas utilizadas para nuestro proyecto.

Maquinaria	Costo/Hora	Horas empleadas	Subtotal (USD)
Fresadora	4	3	12
Suelda Eléctrica	1,4	1	1,4
Taladro de pedestal	2	4	8
Esmeril	1,5	2	3
Otros			20
TOTAL			44,4

Tabla 6-2 Hoja costos de maquinaria

Fuente: Elaborado por el investigador

Costo mano de obra

Es el valor que el personal gana por transformar la materia prima en el producto final; la mano de obra debe ser tomando en cuenta en cada análisis de costos.

N° de trabajadores	Costo/Hora	Horas empleadas (c/u)	Subtotal (USD)	Total
1	2,2	10	22	22

Tabla 6-3 Plantilla de cálculo de costos mano de obra

Fuente: Elaborado por el investigador

Costos varios

Son aquellos costos de actividades paralelas y no directas necesarias para la realización del proyecto.

Descripción	Costo (USD)
Copias	20
Impresiones	60
Internet	60
Viajes a la empresa	120
Imprevistos	200
Total	460

Tabla 6-4 Plantilla de cálculo de costos varios

Fuente: Elaborado por el investigador

Por tanto; el costo indirecto total (C_{ind}) se evalúa con la siguiente ecuación:

$$C_{ind} = C_m + C_{mo} + C_v \quad (\text{Ec. 6.8})$$

Variables:

C_m = Costo de maquinaria utilizada

C_{mo} = Costo mano de obra

C_v = Costos varios

$$C_{ind} = 440 + 22 + 460$$

$$C_{ind} = 526,40 \text{ USD}$$

6.8.2 Costo total de implementación de sistema automatizado de la máquina inyectora de plástico

La cantidad total gastada en la construcción de la máquina de inyección se mide mediante la suma de los costos directos e indirectos; así tenemos:

$$CT = C_{directo} + C_{indirecto} \quad (\text{Ec. 6.9})$$

Variables:

CT = Costo total

C_{di} = Costos directos

C_{ind} = Costos indirectos

$$CT = 2527,41 + 526,40$$

$$CT = 3053,81 \text{ USD}$$

6.8.3 Financiamiento

La inversión para implementar el sistema automatizado en la máquina de inyección de plástico, será cubierta en su totalidad por la empresa Halley Corporación.

El valor de la inversión es 3053,81 USD, rubro que será desembolsado de acuerdo a la necesidad que se presente en la elaboración del proyecto.

6.8.4 Cálculo del TMAR

Todo inversionista tiene en mente antes de invertir, beneficiarse por el desembolso que va a ser, por lo tanto la tasa mínima atractiva de retorno, se considera como premio al riesgo, ya que todo inversionista merece una ganancia adicional a la inflación.

$$\text{TMAR} = i + f + i*f \quad (\text{Ec. 6.10})$$

Variables:

i = Inflación

f = Premio al riesgo

Según el boletín del Banco Central del Ecuador la inflación anual en nuestro País está alrededor de 3.24% y se asume un premio al riesgo de 5% entonces el TMAR nos da:

$$\text{TMAR} = 0.0324 + 0.05 + 0.0324 (0.05)$$

$$\text{TMAR} = 8.36\%$$

6.8.5 Recuperación de la inversión

Para la recuperación real de la inversión del presente proyecto se detalla a continuación los ingresos anuales que se podrá obtener con dicho proyecto.

La máquina podrá dar una producción de un golpe por minuto generando una utilidad promedio de 0.008ctv por golpe; este último dato ha sido proporcionado por la empresa Halley Corporación luego de realizar un análisis de todo el proceso de inyección, que se podrá realizar con moldes pequeños.

Golpes /minuto	Utilidad /golpe	Utilidad diaria	Utilidad mes	Utilidad anual
1	0,008	3,84	115,20	1382,40

Tabla 6-5 Utilidad generada por la máquina de inyección

Fuente: Empresa Halley Corporación

A la máquina se le tendrá que dar un mantenimiento mensual, a un costo de 20USD por lo que en el año se tendrá un gasto de 240USD.

Dando una ganancia anual de 1142,40 USD.

6.8.6 Valor de salvamento

Es el valor final de recuperación de la maquinaria utilizada en un proyecto.

En nuestro caso se asume 5 % del valor total del costo del proyecto, y será 152,690 USD.

6.8.7 Análisis del VAN

VAN o valor actual neto, es el valor presente de una o varias cantidades; porque a la suma de los flujos descontados se les resta la inversión inicial (lo que equivale a todas las ganancias facturadas).

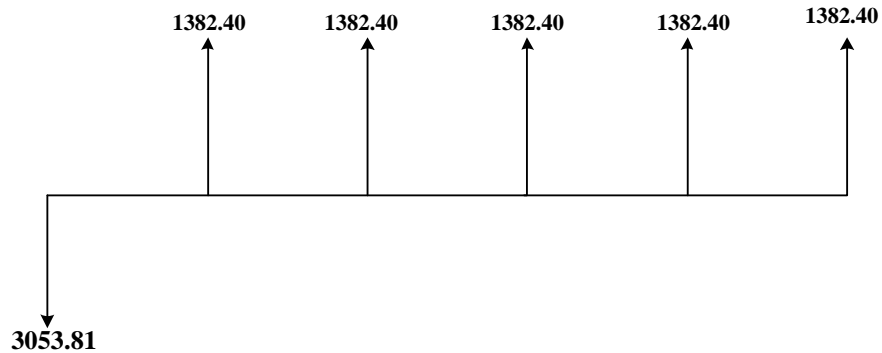


Figura 6-19 Flujo operativo

Fuente: Elaborado por el investigador

$$VAN = -C + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n} \quad (\text{Ec. 6.11})$$

Variables:

FNE_n = Flujo neto de efectivo del año n, que corresponde a la ganancia neta.

C = Inversión inicial en el año cero

i = Tasa de referencia que corresponde a la TMAR

$$VAN = -3053,81 + \frac{1382,40}{(1 + 0.0836)^1} + \frac{1382,40}{(1 + 0.0836)^2} + \frac{1382,40}{(1 + 0.0836)^3} + \frac{1382,40}{(1 + 0.0836)^4} + \frac{1382,40}{(1 + 0.0836)^5}$$

$$VAN = 2413,73 \text{ USD}$$

Si el valor del VAN ≥ 0 acéptese la inversión.

6.8.8 Análisis del TIR

TIR es la tasa de descuento que hace que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial.

Entonces:

$$C = -3053,81 + \frac{1382,40}{(1+i)^1} + \frac{1382,40}{(1+i)^2} + \frac{1382,40}{(1+i)^3} + \frac{1382,40}{(1+i)^4} + \frac{1382,40}{(1+i)^5} \quad (\text{E.c 6.12})$$

$$i = 0.35$$

$$\text{TIR} = 35 \%$$

6.8.9 Interpretación del VAN y del TIR

El valor del van es de 2413,73 USD, por lo que la inversión se recuperará en periodo y medio. Como el TIR es mayor que TMAR la opción de implementar un sistema automatizado en la máquina inyectora de plástico representa una buena inversión.

6.9 Previsión de la evaluación

En la Empresa Halley Corporación con el afán de cuidar y mantener en un correcto funcionamiento la máquina inyectora de plástico se debe dar un mantenimiento como se detalla a continuación:

Diario

- Limpieza de la tolva de almacenamiento de pellets.
- Verificar que la boquilla de inyección no esté obstruida al paso de plástico.

Semanal

- Lubricar a los cuatro ejes guía de la matriz móvil con grasa.

Mensual

- Dar limpieza al filtro de la bomba cada mes para evitar pérdidas de caudal.
- Cheque del tablero de control, verificar entrada/ salida de voltaje

Trimestral

- Revisar las conexiones eléctricas del motor.

Anual

- Realizar cambio de aceite en la bomba de engranajes
- Efectuar un cambio de los empaques de los pistones hidráulicos

MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

1. W.Bolton, Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición.
2. Domingo Mery, Controladores Lógicos Programables. Edición 1994
3. LUIS B. GOMEZ FLORES, Automatización Industrial Principios y Aplicaciones
4. Thomson Paraninfo, Neumática, Hidráulica Y Electricidad Aplicada
5. Gabriel Vaca Urbina, Fundamentos de Ingeniería Económica, Tercera Edición.

INTERNET:

6. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0121_ME.pdf
7. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Máquinas-Inyectoras/1049758.html>
8. <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P668.423CDP226/marcoTeorico.pdf>
9. <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/PMAN/PROTOCOLO%20DE%20PLASTICOS%20REV1.pdf>

10. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Inyeccion-DePlastico/1346164.htm>
11. <http://www.universidades.com/carreras/ingenieria-mecanica.asp>
12. <http://es.scribd.com/doc/3934039/seleccion-de-procesos-de-manufactura>
13. <http://es.scribd.com/doc/46031760/SISTEMAS-DE-PRODUCCIÓN>
14. <http://www.electropol-cantoni.com/cantoni2.htm>
15. <http://www.industrialcatalogs.net/northman/northman-dcv/>
16. Fuente:http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica12.htm
17. http://pdf.directindustry.com/pdf/alfagomma/hydraulicdivision/Show/14105-67341-_2.html
18. http://img.alibaba.com/photo/279125168/GMC_AC_Electrical_Contactor.jpg&imgrefurl=http://spanish.alibaba.com/product-gs/gmc-acelectricalcontactor
19. <http://doc.vmc.es/sheets/view/24>
20. http://www.procobre.org/procobre/pdf/inst_electricas_conductores.pdf

ANEXOS

ANEXO A

 <p>INYECTALIA.COM EL PORTAL DEL TRANSFORMADOR DE PLÁSTICOS</p>	<p>PROCESADO DEL PLÁSTICO</p>	<p>Version 01 del 13/07/08</p> <p>Página 11 de</p>
---	--------------------------------------	--

D7-6 Ajuste de temperaturas de la cámara

MATERIAL	TEMPERATURAS CAMARA				PRESION POSTERIOR CARGA (Kg/cm ²)	TEMPERATURA MOLDE (°C)	TEMPERATURA DE SECADO (°C)	TIEMPO DE SECADO (h)
	H1	H2	H3	H4				
Poliétileno PE D-PE	140-200	160-220	200-230	200-230	3-15	10-70		
Poliétileno PE HD-PE	180-230	200-250	210-260	210-260	3-15	10-70		
Polipropileno PP	170-270	190-290	190-310	190-310	3-15	15-80		
Poliestireno PS GP-PS	160-250	170-270	180-280	180-280	5-20	10-65	60-80	2-4
Poliestireno PS HIPS	170-240	180-260	180-270	180-280	5-20	10-65	60-80	2-4
Cloruro de Polivinilo PVC SPVC	140-200	150-210	160-220	160-220	3-15	40-60		
Cloruro de Polivinilo PVC HPVC	150-200	160-210	170-220	160-220	5-20	50-80	60-80	2-4
Polibutilenotrefel anato PBT	200-250	210-260	230-270	230-270	3-15	50-80	120-140	3-4
Polimetilmetacril ato PMMA	170-240	180-250	190-260	190-260	3-15	40-90	70-80	4-5
Poliacetal POM	160-200	170-210	189-220	180-220	2-20	40-100	80-90	3-4
Policarbonato PC	250-300	250-330	270-340	270-340	3-15	80-120	110-120	4-8
Poliamida PA PA-6	200-230	220-250	230-260	230-260	3-15	20-90	75-80	5-10
Poliamida PA PA-66	250-280	260-290	270-300	270-300	3-15	20-90	75-80	5-10
Estireno Butadieno Acronitrilo ABS	180-240	190-260	200-280	200-280	5-20	40-70	80-90	2-3
Copolimero de estireno acronitrilo SAN (AS)	170-230	180-250	190-260	190-260	5-20	30-80	70-85	2-5
Oxido de Polifenilo modificado PPO	190-220	200-240	210-270	220-270	5-15	100-130	120-140	3-5

ANEXO A1

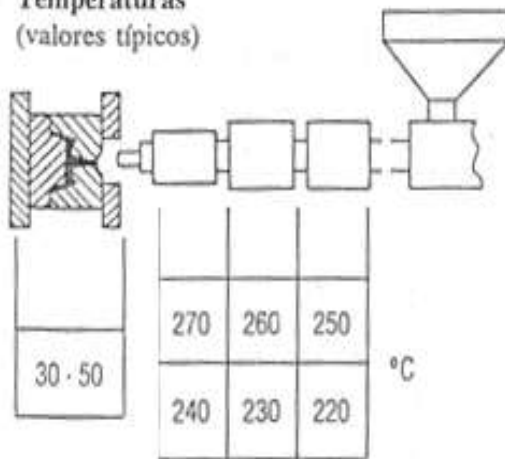
NORMAS PARA MOLDEO DE TERMOPLÁSTICOS

- | | |
|---|---------------------------------------|
| • VISCOSIDAD DEL MATERIAL FUNDIDO (alta-media-baja) | DEPENDE DEL GRADO (ÍNDICE DE FLUIDEZ) |
| • TEMPERATURA DE FUSIÓN | 165°C |
| • CONTRACCIÓN POR MOLDEO (lineal)** | 1 - 2.5% |
| • CONTRACCIÓN POSTERIOR DE MOLDEO** | 0.5 - 1% |

**Véanse referencias en la página anterior

CONDICIONES DE MOLDEO

Temperaturas
(valores típicos)



TP - 5
Símbolo ISO PP

Máquina de inyección con husillo
Boquilla tipo A
CON VÁLVULA DE CIERRE

Tratamiento del material
(si se requiere)

Presecado
en AIRE a °C
duración h

Secado en
DEHUMIDIFICADOR
a °C
duración h

Nota - La TEMPERATURA en el CILINDRO DE PLASTIFICACIÓN deberá reducirse si se interrumpe temporalmente el ciclo de moldeo.

Presiones (valores típicos de presión específica sobre el material)

- | | |
|--|--------------|
| • PRESIÓN DE INYECCIÓN (1a. presión) | 800-1200 bar |
| • PRESIÓN DE SOSTENIMIENTO (2a. presión o pospresión) | 400-600 bar |
| • CONTRAPRESIÓN sobre el HUSILLO (durante la plastificación) | 80-120 bar |

Velocidades y tiempos

Las VELOCIDADES y los TIEMPOS DE INYECCIÓN, así como las TEMPERATURAS y las PRESIONES, deben fijarse en la máquina en función de las características (tipo/grado) del material utilizado, con la complejidad de la pieza moldeada y el tipo de moldeo (sistema de alimentación). Véase capítulo 3, parte 3.7. REGULACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MOLDEO.

Anexo B

FICHA DE OBSERVACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROPÓSITO: Recolectar información del proceso de inyección.

Instrucciones: Observe si la ejecución de las actividades que se enuncian en el proceso de inyección de plástico se las realiza y marcar con una "X" el cumplimiento o no en la columna correspondiente, asimismo es importante anotar las observaciones pertinentes

FICHA DE CAMPO

No	Acciones a evaluar	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Anexo C

CANTONI  [Home page](#) [L'azienda](#) [Info](#) [Ordini](#) [Stampa](#)



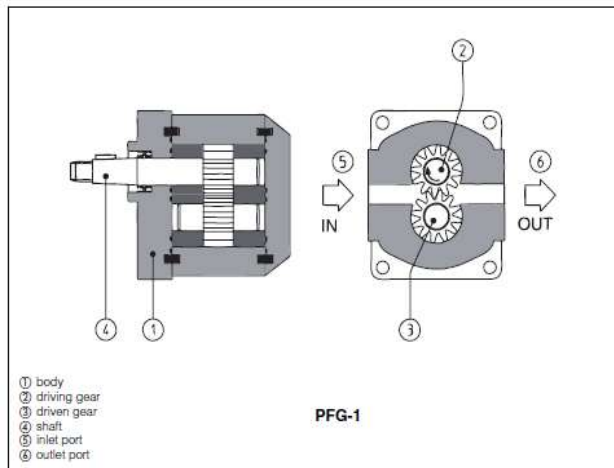
Motore tipo	Potenza (KW)	Vel.rot. [giri 1']	Corr.nom. 400 Volt [A]	Rendimento η [%]	Fattore di potenza $\cos \varphi$	Peso M B3 [Kg]
Sg 200L-4	30,0	1472	53,0	92,5	0,88	265
Sg 225S-4	37,0	1476	65,5	92,6	0,88	320
Sg 225M-4	45,0	1480	78,8	93,7	0,89	345
Sg 250M-4	55,0	1478	93,0	93,4	0,90	425
Sg 280S-4	75,0	1486	127	94,7	0,91	565
Sg 280M-4	90	1484	149	94,8	0,91	635
Sg 315S-4	110	1480	185	94,4	0,91	720
Sg 315M-4A	132	1487	223	94,8	0,90	750
Sg 315M-4B	160	1484	267	95,0	0,90	795
Sg 355M-4	250	1489	424	95,5	0,89	1640
Sg 355L-4	315	1488	528	95,6	0,90	1750

2 Poli — 56-80
 4 Poli — 90-180
 6 Poli — 200-355
 8 Poli
 Monofase

[Motori](#) [Ricambi motori](#) [Catene portacavi](#) [Catalogo](#)

Anexo D

Gear pumps type PFG external gears - fixed displacement



PFG are fixed displacement external gear pumps, axial hydraulic balancing, simple and sturdy construction, low noise level.

Suitable for hydraulic oils or synthetic fluids having similar lubricating characteristics.

Wide variety of displacements: from 1,4 up to 52 cm³/rev.

Max pressure up to 230 bar.

1 MODEL CODE

PFG

*

-

2

14

/

-

**

/*

Fixed displacement gear pump

Additional suffix for pumps PFG-3 provided to be coupled with radial piston pumps type PFR (tab. A045), see tab. A190
Option on request

Size, see section 2: 1, 2, 3

Displacement [cm³/rev], see section 2
for PFG 1: 14, 20, 28, 35, 42, 49, 60, 74, 87, 99
for PFG 2: 07, 10, 11, 14, 16, 18, 21, 27
for PFG 3: 27, 40, 54

Options on request

Series number

Direction of rotation (as viewed at the shaft end):

- = clockwise (supplied standard if not otherwise specified)

S = counterclockwise

Note: PFG are not reversible. The direction of rotation is indicated by an arrow on the pump casing; the same arrow shows also the direction of the oil flow (from the inlet to the outlet port)

2 OPERATING CHARACTERISTICS at 1450 rpm (based on mineral oil ISO VG 46 at 50°C)

Model	Displacement cm ³ /rev	Max pressure (1)	Speed range rpm	Flow l/min (2)	Power kW
PFG-114	1,4	220 bar	800 - 6000	2	0,8
PFG-120	2,1			2,8	1,2
PFG-128	2,8			3,7	1,6
PFG-135	3,5	210 bar	800 - 4000	4,7	2,1
PFG-142	4,1			5,7	2,4
PFG-149	5,2			7,2	3
PFG-160	6,2	200 bar	800 - 3800	8,5	3,4
PFG-174	7,6	170 bar	600 - 3200	10,5	3,5
PFG-187	9,3	160 bar	600 - 2600	13	4,1
PFG-199	11	140 bar	600 - 2200	15,2	4,2
PFG-207	7,0	230 bar	800 - 4000	9,7	4,4
PFG-210	9,6	220 bar	600 - 3000	13,2	5,7
PFG-211	11,5			15,8	6,8
PFG-214	14,1			19,5	8
PFG-216	16	210 bar	600 - 4000	22	9
PFG-218	17,9			24,6	9,6
PFG-221	21			29	10,2
PFG-227	28,2	150 bar	500 - 2500	38,7	11,4
PFG-327	26	230 bar	500 - 3000	35,8	16,2
PFG-340	39	220 bar	500 - 3000	54	23,3
PFG-354	52	200 bar	400 - 2400	71,5	28

(1) For intermittent duty, 20% higher peak pressures are admitted.

(2) Flow rate and power consumption are referred to the max functioning pressure (1) and are proportional to revolution speed.

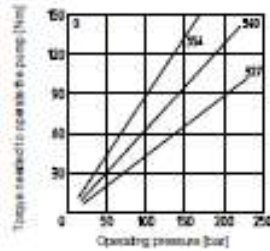
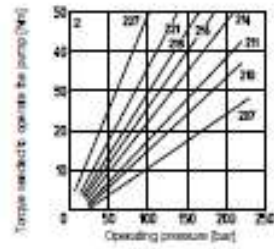
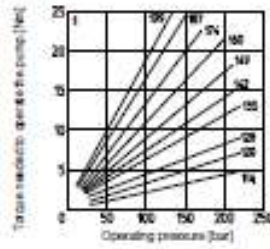
3. MAIN CHARACTERISTICS OF GEAR PUMPS TYPE PFG

Installation position	Any position		
Loads on the shaft	Axial and radial loads are not allowed on the shaft. The coupling should be sized to absorb the power peak.		
Ambient temperature	from -20°C to +70°C		
Fluid	Hydraulic oil as per DIN 51524 - 525; for other fluids, consult our technical office.		
Recommended viscosity	max. at cold start	300 mm ² /s	
	max. at full power	100 mm ² /s	
	during operation	24 mm ² /s	
	min. at full power	10 mm ² /s	
Fluid contamination class	ISO 18/16 (filters at 25 µm value with 5µm recommended)		
Fluid temperature	-20°C - 60°C	-20°C - 50°C (NMG seals)	-20°C - 60°C (PE seals)

4. DIAGRAMS (based on mineral oil ISO VG 46 at 50°C)

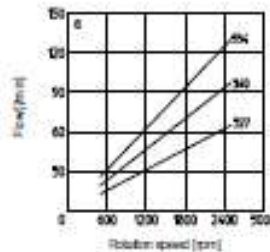
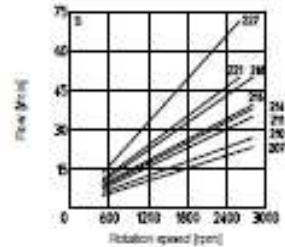
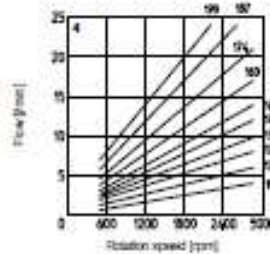
4.1 - Torque versus pressure diagram

- 1 - PFG-1
- 2 - PFG-2
- 3 - PFG-3



4.2 - Flow versus speed diagram stated at 7 bar

- 4 - PFG-1
- 5 - PFG-2
- 6 - PFG-3



ANEXO E

Limites para estudiar el comportamiento de las distintas máquinas

Ω	<1	1.2	1.5	2
Condición	Auto aspiración	Limite de auto aspiración	Aspiración con alimentación exterior	Limite de utilización practico

ANEXO F

Tabla No1
Equivalencias entre los diferentes sistemas de clasificación de la viscosidad

Grado ISO	Grado ASTM	Grado AGMA	Grado SAE		
			Motor Unigrado Multigrado	Engranajes Unigrado Multigrado	
10					
15	75				
22	105		0W, 5W	75W	
32	150		10W		
46	215	1	10, 15W		
68, 68EP	315	2, 2EP	20W, 20	10W30, 20W20 80, 80W	
100, 100EP	465	3, 3EP	25W, 30	5W50, 15W40	
150, 150EP	700	4, 4EP	40	15W50, 20W40	
220, 220EP	1000	5, 5EP	50	90	85W90
320, 320EP	1500	6, 6EP			85W140
460, 460EP, 460C	2150	7, 7EP, 7C		140	
680, 680EP, 680C	3150	8, 8EP, 8C			
1000, 1000EP, 1000C	4650	9, 9EP, 9C			
1500, 1500EP, 1500C	7000	10, 10EP, 10C		250	

Anexo F1

Tabla No2
Clasificación ISO de los aceites industriales

Grado ISO	Límites de viscosidad					
	cSt/40°C		SSU/100°F		SSU/210°F	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
2	1,98	2,42	32,8	34,4		
3	2,88	3,52	36,0	38,2		
5	4,14	5,06	40,4	43,5		
7	6,12	7,48	47,2	52,0		
10	9,00	11,00	57,6	65,3	34,6	35,7
15	13,50	16,50	75,8	89,1	37,0	38,3
22	19,80	24,20	105,0	126,0	39,7	41,4
32	28,80	35,20	149,0	182,0	43,0	45,0
46	41,40	50,60	214,0	262,0	47,1	49,9
68	61,20	74,80	317,0	389,0	52,9	56,9
100	90,00	110,00	469,0	575,0	61,2	66,9
150	135,00	165,00	709,0	871,0	73,8	81,9
220	198,00	242,00	1047,0	1283,0	90,4	101,0
320	288,00	352,00	1533,0	1881,0	112,0	126,0
460	414,00	506,00	2214,0	2719,0	139,0	158,0
680	612,00	748,00	3298,0	4048,0	178,0	202,0
1000	900,00	1100,00	4864,0	5975,0	226,0	256,0
1500	1350,00	1650,00	7865,0	9079,0	291,0	331,0

ANEXO G

SOLENOID OPERATED DIRECTIONAL VALVE SWH-G02 SERIES

SPECIFICATIONS

Maximum operating pressure	310 BAR (4500 PSI)
Rated flow capacity	63 LPM (16.8 GPM)
Maximum tank line back pressure	138 BAR (2000 PSI)
Maximum frequencies of operation	300 CPM
Recommended filtration	25 MICRON
Hydraulic fluids recommended oil temperature	50 ±5°C (122 ± 9°F)

SOLENOID RATINGS

ELECTRIC SOURCE	COIL TYPE	VOLTAGE (V)			CURRENT & POWER		
		Hz	SOURCE RATED	RANGE (±10%)	IN-RUSH CURRENT (A)	HOLDING CURRENT (A)	WATTAGE
AC	A110	50	AC100V	90-110	1.60	0.46	25
		60	AC100V	90-110	1.40	0.32	
			AC110V	99-121	1.50	0.39	
	A120	50	AC110V	99-121	1.30	0.38	
		60	AC120V	108-132	1.20	0.27	
	A220	50	AC200V	180-220	0.80	0.23	
			AC200V	180-220	0.70	0.16	
		60	AC220V	198-242	0.75	0.19	
	A240	50	AC220V	198-242	0.67	0.19	
		60	AC240V	216-264	0.59	0.13	
	R110	50	AC100V	90-110	0.30	0.30	
		60	AC110V	99-121	0.30	0.30	
	R220	50	AC200V	180-220	0.15	0.15	
		60	AC220V	198-242	0.15	0.15	
R240	50	AC220V	180-220	0.14	0.14		
	60	AC240V	216-264	0.14	0.14		
DC	D12	DC 12V		10.8-13.2	2.20	2.20	
	D24	DC 24V		21.6-26.4	1.10	1.10	

TECHNICAL DATA:

- Solenoid can be used within -10% to +10% of the rated voltage of the coil.
- Withstand voltage: 1500 v/sec.
- Insulation resistance over 100mΩ
- A momentary signal of approx 0.1 second is required for shifting action.

ACCESSORIES:

- Mounting bolt kits are supplied with valve socket head cap screws M5x45L 4 pcs (#10-24UNCx1-3/4"L 4 pcs) for tightening torque 50-70 kgf-cm (43.3-60.6 lb-in).
- O-Ring AS568-012 4 pcs.



PRESSURE DROP AND PERFORMANCE CURVES

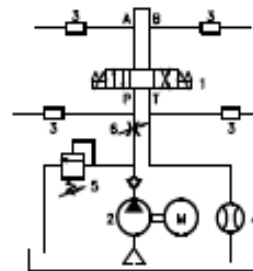
TEST SYSTEMS

1. Testing Valve
2. Pump
3. Pressure Sensor
4. Flow Sensor
5. Relief Valve
6. Throttle Valve

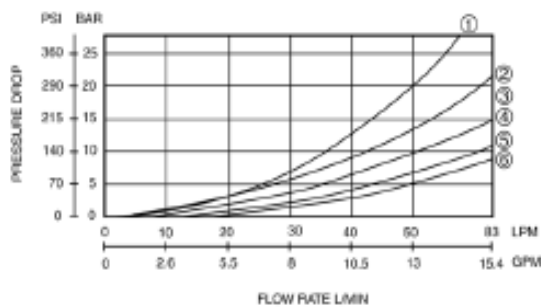
TEST CONDITIONS

Pressure: 69 BAR (1000 PSI)
Flow Rate: 63 LPM (16.8 GPM)
Viscosity: 35 cSt (175 SSU)

TEST CIRCUIT



PERFORMANCE CURVES



MODEL NO.	PRESSURE DROP CURVE NUMBER				
	P→A	B→T	P→B	A→T	P→T
C2	5	5	5	5	-
C3	6	6	6	6	4
C4	5	6	5	6	-
C40	5	5	5	5	-
C5	2	2	2	2	4
C6	1	1	1	1	4
C60	1	1	1	1	3
C7	6	5	6	5	-
C8	5	5	5	6	-
C9	6	5	5	5	-
D2	5	5	5	5	-
D3	5	3	5	3	-
B2	4	5	4	5	-
B3	3	3	5	5	-
B20	2	-	5	-	-
B2S	4	5	4	5	-
B3S	5	5	3	3	-
B20S	5	-	2	-	-

CONTRAST CHART BETWEEN FACTORS AND VISCOSITIES

VISCOSITY	cSt	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	SSU		77	98	141	186	232	278	324	371	417
FACTOR (G)		0.81	0.87	0.96	1.03	1.09	1.14	1.19	1.23	1.27	1.30

The pressure drop ($\Delta P'$) can be obtained from the formula
 $\Delta P' = \Delta P (G'/0.85)$ for other specific gravity (G').

ANEXO H

Filtros de aspiración

semisumergidos para incorporar en el depósito, para sistemas hidráulicos y montaje en depósitos, introduciendo la boca de aspiración en el depósito.

Tamaño	Conexión	Superficie de filtración en cm ²		Hoja de datos n°
		Talco	Fibra de vidrio	
AS 220	SAE 1 1/2" or 2" 3000 PSI	2050	-	1903
AS 432	SAE 2", 2 1/2", 3", 3 1/2" 3000 PSI	5200	-	1909
TS 310	G 1 1/4"	1150	2320	1904
TS 310	G 1 1/4"	2350	3200	1904
TS 426	G 1 1/2"	4600	5900	1903
TS 625	SAE 2" 3000 PSI	5500	7520	1910
TSW 310	G 1 1/4"	1700	2320	1903
TSW 310	G 1 1/4"	2250	3200	1903
TSW 426	G 1 1/2"	4600	5900	1908
TSW 625	SAE 2" 3000 PSI	5800	7520	1911

Filtros de aire - respiraderos

Tamaño	Conexión	Hoja de datos n°
RF 2542	G 1, G 1 1/8, G 3/4, G 3"	6000
RF 4230	G 1, G 1 1/2"	8000
RF	G 1/4, G 1/2, G 1"	6003
RF 3030		6003
RF 58	G 3/8"	6002
RF 95	G 3/8"	6003
RF 150	G 3/8"	6003
RF 225	G 1 1/4"	6003
RF 330	G 1 1/4"	6003

Filtros con cartuchos roscados (Spin-on)

para incorporación en líneas de aspiración o de retorno.

Tamaño	Conexión	Presión nominal	Superficie de filtración en cm ²		Hoja de datos n°
			Talco	Fibra de vidrio	
		bar			
WPL 45	G 1/4"	10	2250	2300	3000
WPL 90	G 1 1/4"	10	5200	4900	3000
WPL 130	G 1 1/4"	10	7600	7100	3000
WPL 150	G 1 1/2"	10	11000	8900	3000
WPL 260	G 1 1/2"	10	15200	14200	3000
Fibra de vidrio					
WF 45	G 1/4"	10	2250	2300	3000
WF 90	G 1 1/4"	10	5200	4900	3000
WF 130	G 1 1/4"	10	7600	7100	3000

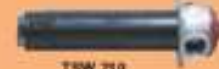
Indicadores de suciedad

Tipo	Hoja de datos n°
OP (óptico)	1014
OP (óptico) - con hilo que	1020
OE (óptico - eléctrico)	1014
OE (óptico - eléctrico) - con hilo que	1020
OE (óptico - eléctrico) - a prueba de explosión	1024
AE (óptico - eléctrico) - a resaca	1015
AE (óptico - eléctrico) - con bloque	1009
E (eléctrico)	1010
BI (eléctrico)	1000
O (óptico)	1018
O 1 (óptico)	1010
AOR (óptico) - con puerta a cerr	1000
AOR (óptico) - con indicación permanente	1000
VI 1 y AG 1 (eléctrico) - a resaca	1017
VI 1 y AG 1 (eléctrico) - con bloque	1007
VI 2 (eléctrico) - a resaca	1015
VI 2 (eléctrico) - con bloque	1000
AV Llave de paso, G 1/8, PN 430 (10)	1055

Señala las hojas de datos con medidas detalladas y dibujos técnicos.



AS 220



TSW 310



TS 426



TSW 310



RF 58



RF 95



RF 150



WPL 260



WPL 45



WPL 90



¡Confía en el mejor control de calidad!
Determina la causa de contaminación con
nuestro equipo de medición CCS 2.

ANEXO I

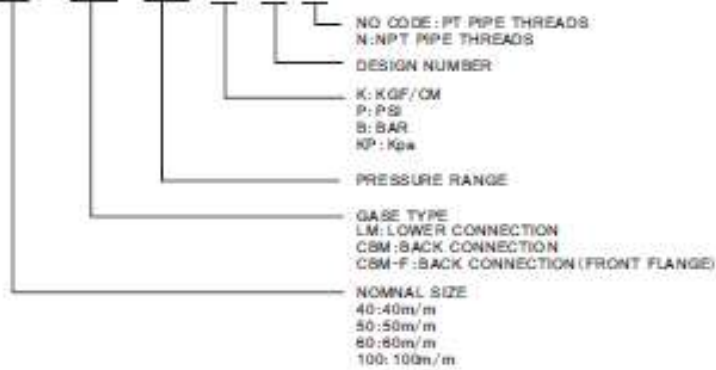
ACCESPROES&PTHERS
PRESSURE GAUGE



MODEL	PRESSURE RANGE BAR (PSI)										ACCURACY	
	10 (145)	15 (218)	20 (290)	25 (360)	35 (500)	70 (1000)	100 (1420)	150 (2100)	210 (3000)	---		---
G40LM/CSM												1.5%
G50LM/CSM												
G80LM/CSM/CVM-F												
G100LM/CSMCSM-F												

HOW TO ORDER

G100 LM-250-K-10-N



ANEXO J

TECHNICAL DATA
Hydraulic HOSE
 PERMILLE SELECTION CHART
 Standard FITTINGS
 Interlock FITTINGS
 Alternative FITTINGS
 Standard Interlock FITTINGS
 Interlock Standard FITTINGS
 JIC JTB ADAPTERS
 ORFS ADAPTERS
 BSP ADAPTERS
 DIN 24 ADAPTERS

LOW AND HIGH TEMPERATURE APPLICATIONS



TEMP TECH 1SN

ISO 1436-1 - SAE 100 R1AT - EN 853 1SN



Tube: oil resistant synthetic rubber.
 Reinforcement: one high tensile steel braid (1B).
 Cover: abrasion, ozone and hydrocarbon resistant synthetic rubber.
 Application: high pressure hydraulic lines, fuel oil, antifreeze solutions, air and water. Specially designed for high temperature applications.
 Constant operation: -40 °C +150 °C (-40 °F +300 °F)
 air max T = +110 °C (+230 °F)
 Length: random up to 1" - 40m max over 1"

↻			↻			⌚		⌚		∩		■	
Dash	mm	in	mm	in	Mpa	psi	Mpa	psi	mm	in	kg/m	lb/ft	
-4	8	3/4	13,4	0,53	22,5	3270	30	4350	100	4	0,22	15	
-6	10	3/8	17,4	0,68	18	2610	72	10400	130	5,2	0,32	21	
-8	13	1/2	20,6	0,81	16	2300	64	9180	190	7,2	0,47	30	
-10	16	5/8	25,7	1,02	13	1880	52	7500	200	8	0,51	34	
-12	19	3/4	27,7	1,09	12,5	1800	42	6120	240	9,8	0,61	41	
-16	25	1	35,6	1,4	8,8	1260	35	5120	300	12	0,80	52	
-20	32	1,1/4	43,5	1,71	6,3	900	25	3600	420	16,8	1,29	80	
-24	38	1,1/2	52,6	2,07	5	730	20	2920	500	20	1,48	88	
-32	51	2	64	2,52	4	580	16	2320	630	25,2	2	134	

TEMP TECH 2SN

ISO 1436-1 - SAE 100 R2AT - EN 853 2SN




Tube: oil resistant synthetic rubber.
 Reinforcement: two high tensile steel braid (2B).
 Cover: abrasion, ozone and hydrocarbon resistant synthetic rubber.
 Application: high pressure hydraulic lines, fuel oil, antifreeze solutions, air and water. Specially designed for high temperature applications.
 Constant operation: -40 °C +150 °C (-40 °F +300 °F)
 air max T = +110 °C (+230 °F)
 Length: random up to 1" - 40m max over 1"

↻			↻			⌚		⌚		∩		■	
Dash	mm	in	mm	in	Mpa	psi	Mpa	psi	mm	in	kg/m	lb/ft	
-4	8	3/4	13	0,51	40	5800	180	25900	100	4	0,36	24	
-6	10	3/8	19,1	0,75	33	4800	132	19200	125	5	0,51	34	
-8	13	1/2	25,2	0,99	26	4000	112	16000	175	7	0,64	43	
-10	16	5/8	25,4	1	25	3600	100	14520	200	8	0,74	50	
-12	19	3/4	26,9	1,06	21,5	3120	90	12900	240	9,8	0,81	54	
-16	25	1	38,1	1,5	16,5	2400	66	9600	300	12	1,32	88	
-20	32	1,1/4	48,3	1,9	12,5	1800	50	7200	420	16,8	1,30	129	
-24	38	1,1/2	54,6	2,15	8	1170	36	4740	500	20	2,41	161	
-32	51	2	67,4	2,65	6	860	32	4640	630	25,2	2,96	198	

ANEXO K

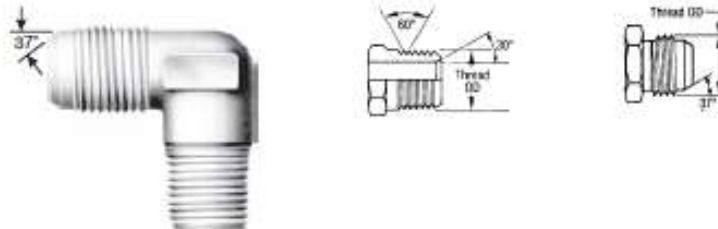
SAE to SAE


Male JIC 37° Flare to Male Pipe NPTF - 45° - cont'd

Part No.	Descr.	Prod. No.			Std. Pack
			*	*	
GRD407-2016	20MJ-16MP45	7250-07965	1 5/8-12	1-11 1/2	1
GRD407-2020	20MJ-20MP45	7250-11485	1 5/8-12	1 1/4-11 1/2	1
GRD407-2024	20MJ-24MP45	7250-08105	1 5/8-12	1 1/2-11 1/2	1
GRD407-2424	24MJ-24MP45	7250-11605	1 7/8-12	1 1/2-11 1/2	1
GRD407-3232	32MJ-32MP45	7250-11675	2 1/2-12	2-11 1/2	1

Male JIC 37° Flare to Male Pipe NPTF - 90°

For use up to SAE 100F2 maximum working pressure.

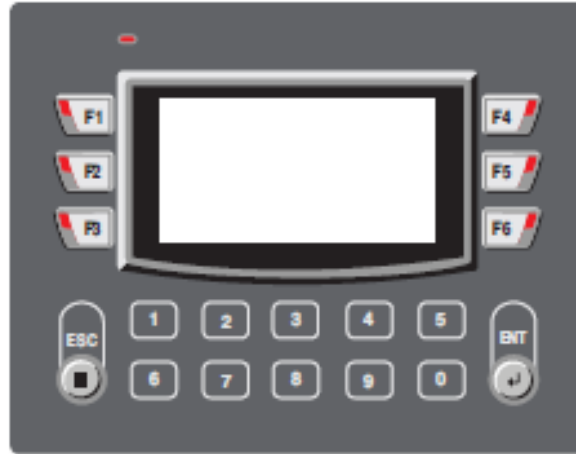


Part No.	Descr.	Prod. No.			Std. Pack
			*	*	
GRD409-0202	2MJ-2MP90	7250-11755	5/16-24	1/8-27	1
GRD409-0302	3MJ-2MP90	7250-78025	3/8-24	1/8-27	1
GRD409-0402	4MJ-2MP90	7250-10175	7/16-20	1/8-27	1
GRD409-0404	4MJ-4MP90	7250-10195	7/16-20	1/4-18	1
GRD409-0406	4MJ-6MP90	7250-34645	7/16-20	3/8-18	1
GRD409-0408	4MJ-8MP90	7250-03615	7/16-20	1/2-14	1
GRD409-0412	4MJ-12MP90	7250-07695	7/16-20	3/4-14	1
GRD409-0502	5MJ-2MP90	7250-11425	1/2-20	1/8-27	1
GRD409-0504	5MJ-4MP90	7250-11045	1/2-20	1/4-18	1
GRD409-0506	5MJ-6MP90	7250-34655	1/2-20	3/8-18	1
GRD409-0602	6MJ-2MP90	7250-11055	9/16-18	1/8-27	1
GRD409-0604	6MJ-4MP90	7250-28055	9/16-18	1/4-18	1
GRD409-0606	6MJ-6MP90	7250-28105	9/16-18	3/8-18	1
GRD409-0608	6MJ-8MP90	7250-10185	9/16-18	1/2-14	1
GRD409-0612	6MJ-12MP90	7250-05545	9/16-18	3/4-14	1
GRD409-0804	8MJ-4MP90	7250-11025	3/4-16	1/4-18	1
GRD409-0806	8MJ-6MP90	7250-10165	3/4-16	3/8-18	1
GRD409-0808	8MJ-8MP90	7250-28205	3/4-16	1/2-14	1
GRD409-0812	8MJ-12MP90	7250-10275	3/4-16	3/4-14	1
GRD409-0816	8MJ-16MP90	7250-07575	3/4-16	1-11 1/2	1
GRD409-1006	10MJ-6MP90	7250-11195	7/8-14	3/8-18	1
GRD409-1008	10MJ-8MP90	7250-28375	7/8-14	1/2-14	1
GRD409-1012	10MJ-12MP90	7250-10555	7/8-14	3/4-14	1
GRD409-1016	10MJ-16MP90	7250-07725	7/8-14	1-11 1/2	1
GRD409-1206	12MJ-6MP90	7250-07995	1 1/8-12	3/8-18	1
GRD409-1208	12MJ-8MP90	7250-10795	1 1/8-12	1/2-14	1
GRD409-1212	12MJ-12MP90	7250-28395	1 1/8-12	3/4-14	1
GRD409-1216	12MJ-16MP90	7250-34665	1 1/8-12	1-11 1/2	1
GRD409-1220	12MJ-20MP90	7250-08835	1 1/8-12	1 1/4-11 1/2	1

ANEXO L

Hardware

2.4.5 FP4030MR-L1208R



Power Supply	24 VDC	Miscellaneous	
Voltage Rating	24 VDC +/-15%	External Dimension	128 H X 102 W X 45 D mm
Power Rating	3 Watt	Panel Cutout	119.00 mm x 93.00 mm
Approvals	CE, UL, RoHS	Weight	320 gm.
Bezel	IP65 Rated	Ambient Operating Temperature	0 °C to 50 °C
Memory		Mounting Method	Panel Mounting
Ladder Steps	10K Steps	Humidity	10% to 90%*RH (Noncondensing) 10% to 85%*RH (Noncondensing)
Application Memory	1 MB	Immunity to ESD	Level as per IEC61000-4-2
Data Register	4096 Words	Immunity to Transients	Level as per IEC61000-4-4
Retentive Register	300 Words	Immunity to Radiated RF	Level as per IEC61000-4-3
System Register	256 Words	Immunity to CF	Level as per IEC61000-4-6
System Coil	100 points	Emission	EN61000-6-4
Internal Register	256 Words		
Input Register	400 Words / 6400 pts max*		
Output Register	400 Words / 6400 pts max*	Note: #1 at 26° C	
Timer Register	256 Words	#2 85% at 40° C and above 40° C, the equivalent absolute humidity is less than 85% at 40° C	
Counter Register	100 Words	*: Depends upon I/O allocation.	
Configuration Register	1600 Words / 25600 pts max*		
Display			
Display Type	Multi-color Mono		
Display Resolution	128 X 64 Pixels		
Communication			
Number of Ports	2 with local I/Os		
Type	RS232/485/422 and USB Device port		
Expansion Ports	NA		

Doc No: UMAN/FP-0309
Ver.: 1.02B

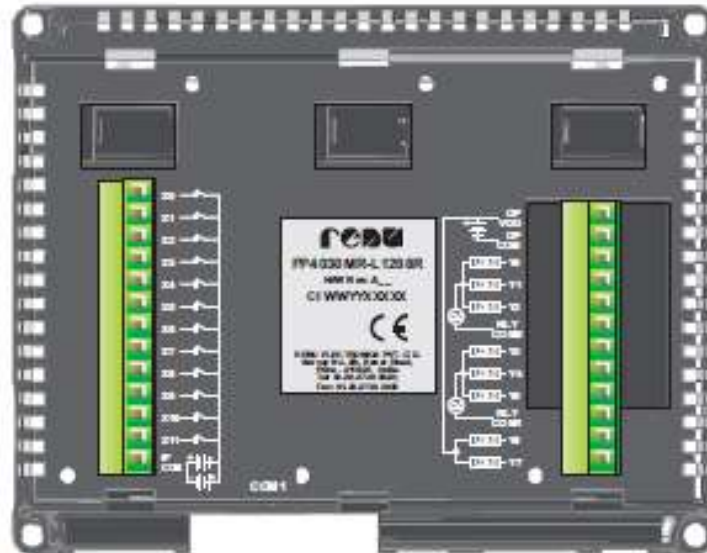
ANEXO L1

Hardware

Local I/Os specifications of FP4030MR-L1208R

Digital Inputs	12 Normal inputs Bidirectional type.
Digital outputs	5 Relay outputs, 2 PWM / Normal outputs
Rated Input voltage	NA
Rated Input Current	NA
Input Impedance	NA
Minimum ON voltage	NA
Maximum OFF voltage	NA
Turn ON time	10 msec
Turn OFF time	10 msec
Isolation	Optically isolated from the internal circuit
Connection method	Removable terminals (3.81mm pitch)
Rated load	2A at 24VDC
High Speed Inputs	X1 and X2
No. of inputs	2 Channels
Max. Input Frequency	25 KHz
Max. Input Count	4294967295
High Speed Outputs	Y6 and Y7
No. of outputs	2 Channels
Max. Output Frequency	5 KHz
Max. Output Count	4294967295

Wiring details are shown on the rear side of the unit FP4030MR-L1208R.



Doc No: UMAN/FP-0309
Ver.: 1.02B

ANEXO M

Mini contactors

AC coil

Contactors

- For motor control
- 3 main plus 1 auxiliary contacts
- Coil voltage : A.C.



Screw clamp connection types

Frame size	AC3 ratings (BC60947-4)				AC1 rating (lb)	Auxiliary contact (standard)	Type
	220 ~ 240V	380 ~ 440V	500 ~ 550V	690V			
6A	1.5kW 7A	2.2kW 5A	3kW 5A	3kW 4A	20A	INO or INC	GMC-6A
9A	2.2kW 9A	4kW 9A	3.7kW 5A	4kW 5A	20A	INO or INC	GMC-9A
12A	3kW 12A	5.5kW 12A	4kW 7A	4kW 5A	20A	INO or INC	GMC-12A
16A	4kW 15A	7.5kW 16A	5.5kW 9A	4kW 5A	20A	INO or INC	GMC-16A



Fast-on connection types

Frame size	AC3 ratings (BC60947-4)				AC1 rating (lb)	Auxiliary contact (standard)	Type
	220 ~ 240V	380 ~ 440V	500 ~ 550V	690V			
6A	1.5kW 7A	2.2kW 5A	3kW 5A	3kW 4A	20A	INO or INC	GMC-6AF
9A	2.2kW 9A	4kW 9A	3.7kW 5A	4kW 5A	20A	INO or INC	GMC-9AF
12A	3kW 12A	5.5kW 12A	4kW 7A	4kW 5A	20A	INO or INC	GMC-12AF
16A	4kW 15A	7.5kW 16A	5.5kW 9A	4kW 5A	20A	INO or INC	GMC-16AF

Coil voltage, AC 50/60Hz

24, 36, 42, 48, 110, 115, 120, 127, 200, 208, 220, 230 / 230, 230 / 240, 256, 277, 380 / 400, 400, 440, 480, 500, 550V AC

Performance (at 440VAC)

Frame size	6A	9A	12A	16A
Operation current	6A	9A	12A	16A
Making current	72A	108A	144A	160A
Breaking current	60A	90A	120A	150A
Operation cycle	1800 operations/hour			
Endurance	+ Electrical: 1 mil. operations + Mechanical: 1.2 mil. operations			

Note) 16A frame is not listed item.

Coil characteristic

Coil voltage	AC
Coil consumption (W)	2
Inrush	20VA
Sealed	6VA
Closing voltage (%)	80-110
Opening voltage (%)	30-40
Closing time (ms)	10-20
Opening time (ms)	35-45

Caratteristiche
CE, UL/UL

ANEXO M1

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS CONTACTORES LG LINEA GMC							
Tipo	RANGOS DE CORRIENTE (A)						
	AC3 Rangos (IEC60947-4)						AC1 Rangos
	200~240V		380~440V		500~550V		I th
	kW	A	kW	A	kW	A	A
GMC-9	2,5	11	4	9	4	7	25
GMC-12	3,5	13	5,5	12	7,5	12	25
GMC-18	4,5	18	7,5	18	7,5	13	40
GMC-22	5,5	22	11	22	15	22	40
GMC-32	7,5	32	15	32	18,5	28	50
GMC-40	11	40	18,5	40	22	32	60
GMC-50	15	55	22	50	30	43	80
GMC-65	18,5	65	30	65	33	60	100
GMC-75	22	75	37	75	37	64	110
GMC-85	25	85	45	85	45	75	135
GMC-100	30	105	55	105	55	85	150
GMC-125	37	125	60	120	60	90	150
GMC-150	45	150	75	150	90	140	200
GMC-180	55	180	90	180	110	180	230
GMC-220	75	250	132	250	132	200	260
GMC-300	90	300	160	300	160	250	350
GMC-400	125	400	220	400	225	350	420
GMC-600	190	630	330	630	330	500	660
GMC-800	220	800	440	800	500	720	900

ANEXO N

2. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES ELECTRICOS

Es frecuente que las instalaciones eléctricas presenten problemas originados por la mala calidad de la energía.

- Variaciones de voltaje.
- Variaciones de frecuencia.
- Señal de tensión con altos contenidos de impurezas.
- etc.

Estos efectos producen un funcionamiento irregular en los equipos eléctricos y generan pérdidas de energía por calentamiento de los mismos y de sus conductores de alimentación.

La norma ANSI/IEEE C67.110-1986, recomienda que los equipos de potencia que deben alimentar cargas no lineales (computadoras), operen a no más de un 80% de su potencia nominal. Es decir, los sistemas deben calcularse para una potencia del orden del 120% de la potencia de trabajo en régimen efectivo.

Como se puede apreciar, el correcto dimensionamiento de conductores eléctricos tiene una importancia decisiva en la operación eficiente y segura de los sistemas.

2.1. Daños que genera el mal dimensionamiento y mal uso de los conductores en una instalación eléctrica

- Cortes de suministro.
- Riesgos de incendios.
- Pérdidas de energía.

Caidas de tensión



Sobrecalentamiento de las líneas



Cortes circuitos



Fallas de aislamiento a tierra

2.2. Capacidad de transporte de los conductores

La corriente eléctrica origina calentamiento en los conductores (efecto Joule: $I^2 \times R$).

El exceso de temperatura genera dos efectos negativos en los aislantes:

- Disminución de la resistencia de aislación.
- Disminución de la resistencia mecánica.



El servicio operativo de la energía eléctrica y su seguridad dependen directamente de la calidad e integridad de las aislaciones de los conductores.

Las aislaciones deben ser calculadas en relación a la carga de energía eléctrica que transporten los conductores y a la sección o diámetro de los mismos.

Las tablas que se presentan a continuación establecen los límites de corrientes admisibles para conductores de sección milimétrica y AWC, bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura ambiente : 30°C
- N° máx. de conductores por ducto : 3

2.2.1. Factores de corrección a la capacidad de transporte.

La capacidad de transporte de los conductores está restringida por su capacidad de disipar la temperatura del medio que los rodea. Para ello, los aislantes no deben sobrepasar la temperatura de servicio de los conductores.

Para el caso específico de las tablas de conductores consignadas anteriormente, la temperatura ambiente y el número de conductores por ducto son un factor relevante en la capacidad de disipación de la temperatura por parte de los conductores; a ese efecto se presentan los siguientes factores de corrección de la capacidad de transporte, según sea el número de conductores por ducto superior a 3 y la temperatura ambiente superior a 30°C.

Finalmente la capacidad de transporte de los conductores queda consignada a la siguiente expresión:

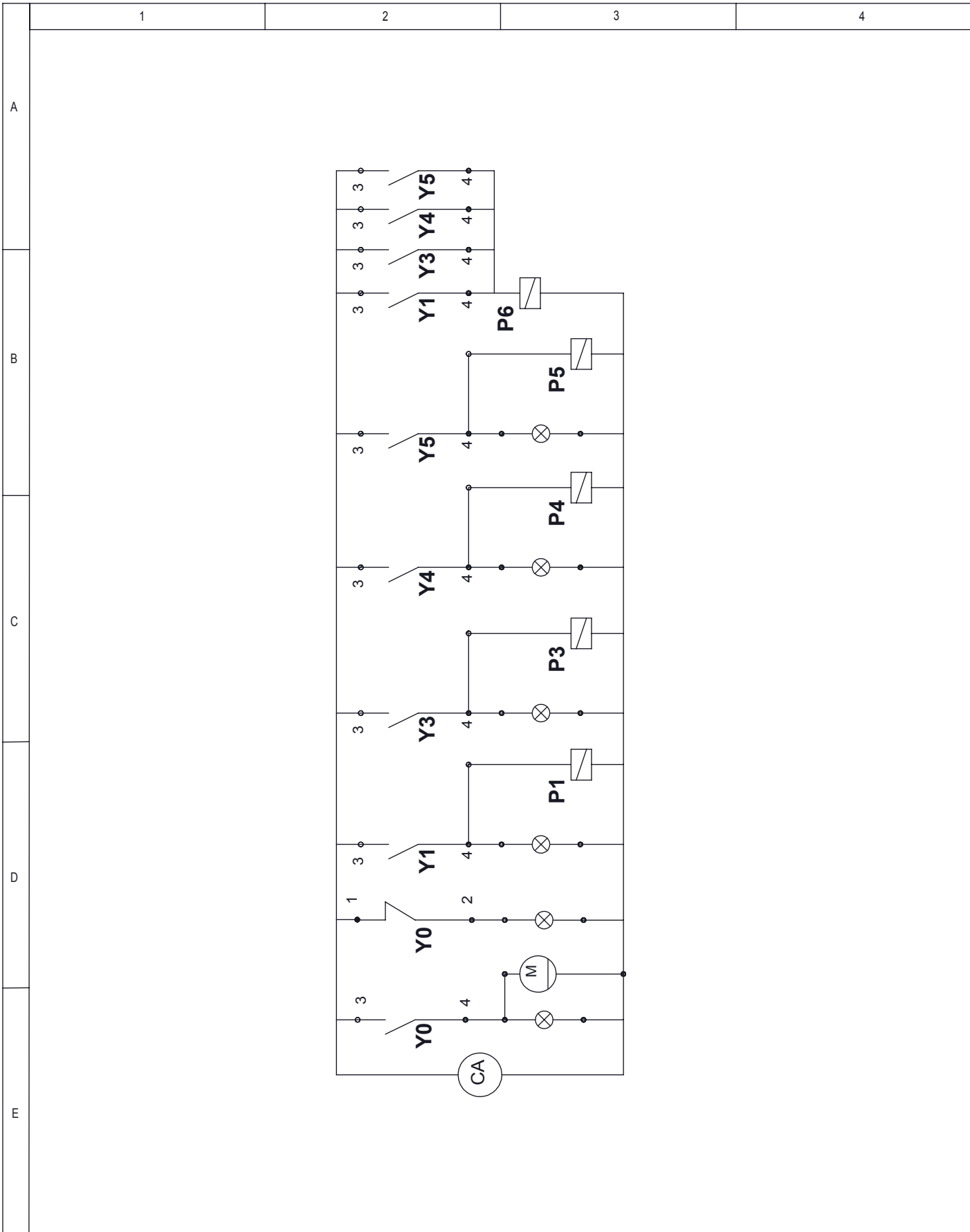
$$I = fN \times fT \times It \quad (A)$$

- **I** : Corriente admisible corregida (A)
- **fN**: Factor de corrección por N° de conductores.
- **fT**: Factor de corrección por temperatura.
- **It** : Corriente admisible por sección de conductor según tablas (A).

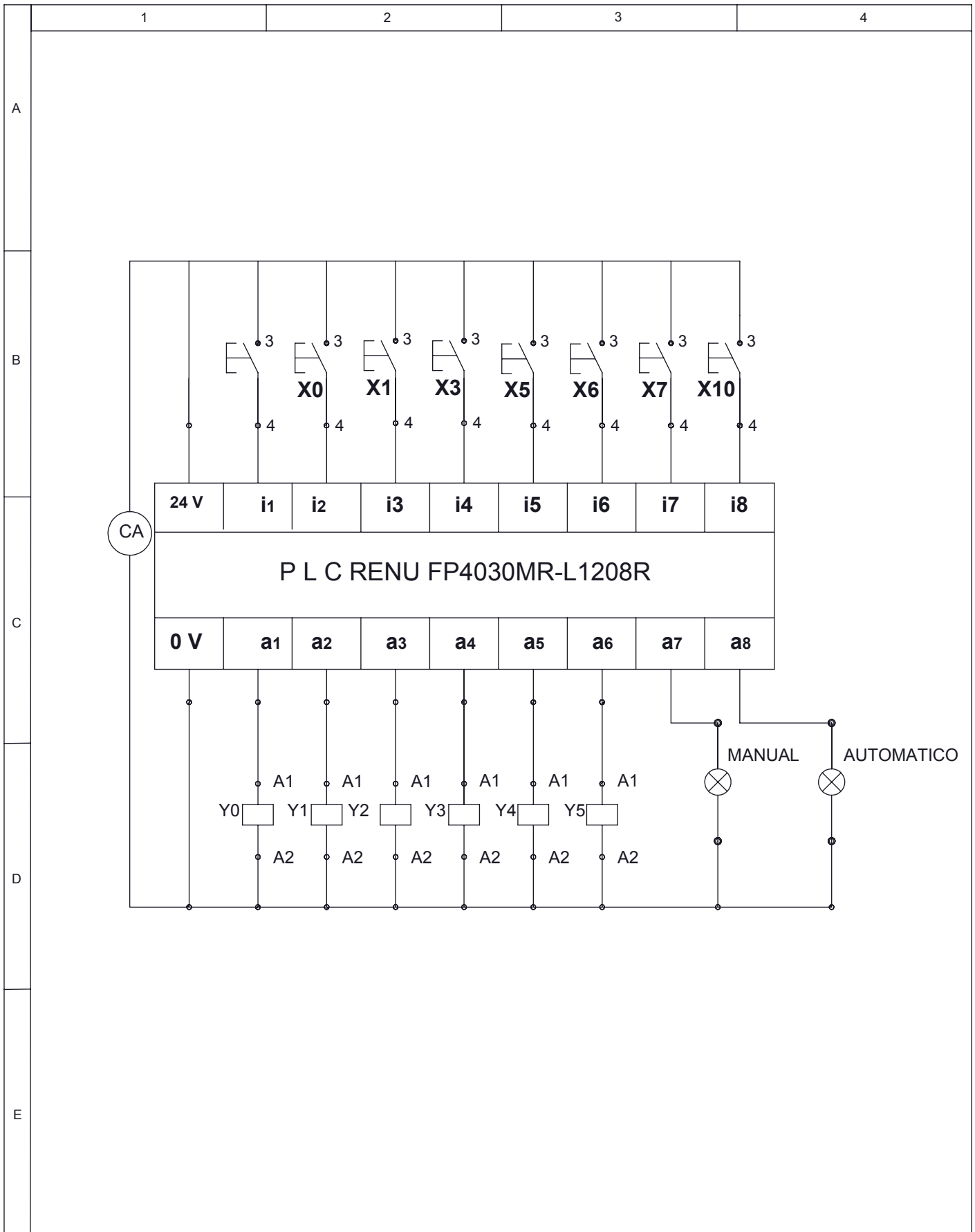
TABLA 4								
INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE PARA CONDUCTORES DE COBRE								
(Secciones AWC)								
AISLADOS		TEMPERATURA DE SERVICIO: 60°			75°		90°C	
SECCION	SECCION	GRUPO A			GRUPO B			DESNUDO
		TEMPERATURA DE SERVICIO			TEMPERATURA DE SERVICIO			
Nominal (mm. ²)	AWG	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
0,32	22	3	3					
0,51	20	5	5					
0,82	18	7,5	7,5					
1,31	16	10	10					
2,08	14	15	15	25		20	30	
3,31	12	20	20	30	25	25	40	
5,26	10	30	30	40	40	40	55	
8,36	8	40	45	50	55	65	70	90
13,30	6	55	65	70	80	95	100	130
21,15	4	70	85	90	105	125	135	150
26,67	3	80	100	105	120	145	155	200
33,62	2	95	115	120	140	170	180	230
42,41	1	110	130	140	165	195	210	270
53,49	1/0	125	150	155	195	230	245	310
67,42	2/0	145	175	185	225	265	285	360
85,01	3/0	165	200	210	260	310	330	420
107,2	4/0	195	230	235	300	360	385	490
127	250 MCM	215	255	270	340	405	425	540
152,0	300 MCM	240	285	300	375	445	480	610
177,3	350 MCM	260	310	325	420	505	530	670
202,7	400 MCM	280	355	360	455	545	575	730
253,4	500 MCM	320	380	405	515	620	660	840
304	600 MCM	355	420	455	475	690	740	
354,7	700 MCM	385	460		630	755		
380	750 MCM	400	475	500	655	785	845	
405,4	800 MCM	410	490		680	815		
456	900 MCM	435	520		730	870		
506,7	1000 MCM	455	545	585	780	925	1000	
633,4	1250 MCM	495	590		890	1065		
760,1	1500 MCM	520	625		980	1175		
886,7	1750 MCM	545	650		1070	1280		
1013	2000 MCM	560	665		1155	1385		

Grupo A: hasta 3 conductores en tubo o en cable o directamente enterrados. Grupo B: Conductor simple al aire libre.

PLANOS ELÉCTRICOS



				TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:		
				NOMBRE		FECHA		TITULO:		
				Dibujó: Masabanda. D		2011/09/12		PLANO DE CONTROL		ESCALA 1:1
				Revisó: Ing. Mayorga Alex		2011/09/16				
				Aprobó: Ing. Mayorga Alex		2011/09/16				
				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO INGENIERIA MECANICA				NÚMERO DE LAMINA: 1 DE 2		
Edición		Modificación						Fecha		



				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				NOMBRE	FECHA	PLANO DE CONTROL	ESCALA: 1:1
			Dibujó:	Masabanda, D	2011/09/12		
			Revisó:	Ing. Mayorga Alex	2011/09/16		
				Aprobó:	Ing. Mayorga Alex	2011/09/16	
				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		NÚMERO DE LÁMINA: 2 DE 2	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERIA MECANICA		SUSTITUCION:	

A

B

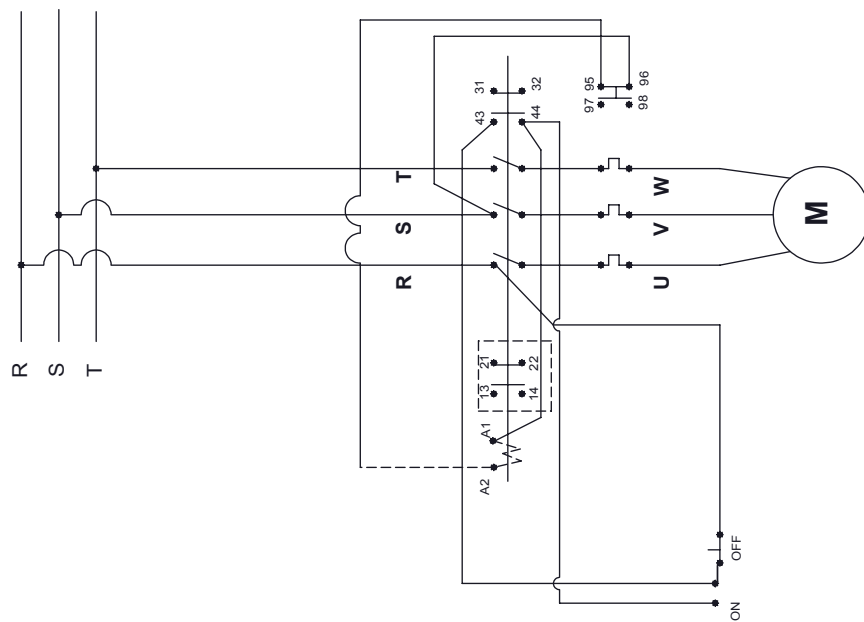
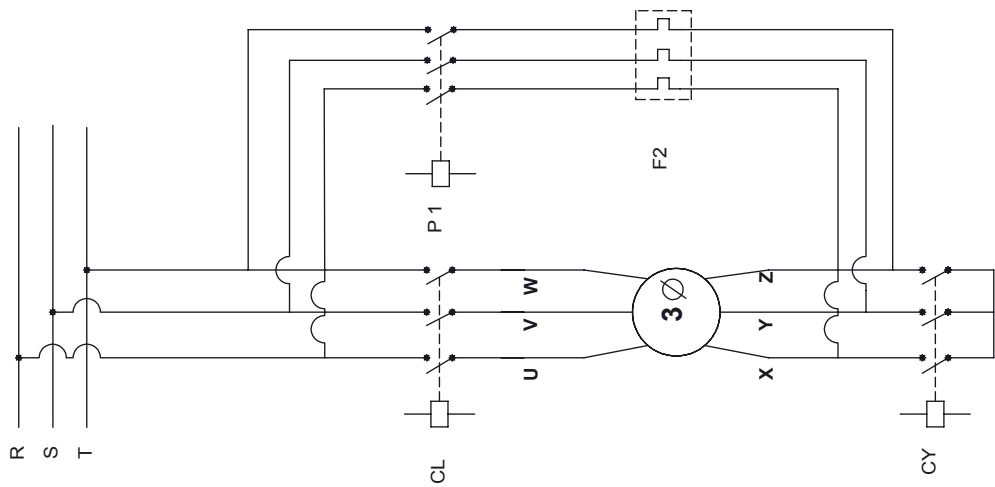
C

D

E

CIRCUITO DE POTENCIA DE UN MOTOR TRIFÁSICO

CIRCUITO DE CONEXIÓN DE UN MOTOR TRIFÁSICO CON EL CONTACTOR



TOLERANCIA:

PESO:

MATERIAL:

NOMBRE

FECHA

TÍTULO:

ESCALA
1:1

Dibujó:	Masabanda, D	2011/09/12
Revisó:	Ing. Mayorga Alex	2011/09/16
Aprobó:	Ing. Mayorga Alex	2011/09/16

ESQUEMA DE POTENCIA DEL MOTOR TRIFÁSICO

NÚMERO DE LAMINA:

1 DE 1

SUSTITUCIÓN:

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
AMBATO
INGENIERIA MECÁNICA

