



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



---

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

***“ASPECTOS TÉCNICOS DEL MOLDEO POR INYECCIÓN EN EL SECTOR INDUSTRIAL”***

*Reporte de experiencia laboral*

*Que para Obtener el Título de:*

***INGENIERO ELECTRICISTA***

*Presenta:*

***Raúl Yadir Valdés Moncada***

*Asesor:*

***INGENIERO ELECTRICISTA***

***Ignacio Franco Torres***

*Morelia, Michoacán*

*Junio 2017*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mi alma mater la “Facultad de Ingeniería Eléctrica” de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por brindarme un lugar donde desarrollar la profesión a la que el día de hoy me brindado muchas experiencias, satisfacciones y logros personales y profesionales.*

*A todos mis profesores y compañeros de la carrera por haber compartido su conocimiento, experiencia, sus buenos y sabios consejos.*

*A mi familia por todo el apoyo brindado...*

## DEDICATORIA

*A mis padres quienes siempre me brindaron su apoyo sus consejos y su amor incondicional y fueron mi inspiración para elegir convertirme en lo que soy al día de hoy.*

*A mis Hermanos quienes fueron parte importante durante mi crecimiento profesional y todo su apoyo...*

*A mis compañeros de carrera quienes fueron parte fundamental en trayecto quienes compartí experiencias maravillosas*

*Al Ingeniero Ignacio Torres Franco, por el apoyo, la motivación y la paciencia, para concluir este proyecto tan importante para mí y mi familia.*

*Al Ingeniero Gerardo Hernández Barrera, por la confianza que deposito en mí para ser parte de su compañía en los proyectos importantes los cuales marcaron definitivamente mi decisión de permanecer en este ramo de la industria.*

*Al Dr. Carlos Pérez Rojas y al Dr. Juan Carlos Silva Chávez, porque fueron una gran inspiración para poder concluir mi carrera.*

# ÍNDICE

<i>Agradecimientos</i> .....	<i>ii</i>
<i>Dedicatoria</i> .....	<i>iii</i>
<i>Índice</i> .....	<i>iv</i>
<i>Resumen</i> .....	<i>vi</i>
<i>Palabras Clave</i> .....	<i>viii</i>
<i>Abstract</i> .....	<i>ix</i>
<i>Keywords</i> .....	<i>xi</i>
<i>Lista de Figuras</i> .....	<i>xii</i>
<i>Lista de Tablas</i> .....	<i>xvii</i>
<i>Glosario de Términos</i> .....	<i>xviii</i>
<i>Capítulo 1 Introducción</i> .....	<i>1</i>
1.1.- <i>Antecedentes</i> .....	<i>1</i>
1.2.- <i>Antecedentes Personales</i> .....	<i>1</i>
1.3.- <i>Antecedentes Laborales</i> .....	<i>2</i>
<i>Capítulo 2 Máquinas de Inyección</i> .....	<i>4</i>
2.1.- <i>Máquinas de Inyección de Plástico Historia.</i> .....	<i>4</i>
2.2.- <i>Máquinas de Inyección de Plástico.</i> .....	<i>5</i>
2.2.1.- <i>Unidad de Inyección descripción.</i> .....	<i>9</i>
2.2.2.- <i>Unidad de Cierre</i> .....	<i>12</i>
2.2.3.- <i>Unidad de Control.</i> .....	<i>14</i>
2.2.4.- <i>Unidad de Potencia</i> .....	<i>19</i>
<i>Capítulo 3 Servicios y Construcciones Electromecánicas. “SCE”</i> .....	<i>26</i>
3.1.- <i>Experiencia en SCE</i> .....	<i>26</i>
3.2.- <i>Mann+hummel de México</i> .....	<i>26</i>

3.3.- Wiesauplast pmc de México.....	30
Capítulo 4 Wiesauplast de México.....	37
4.1.- Wiesauplast de México.....	37
4.2.- Técnico de Mantenimiento.....	38
4.2.1.- Mantenimiento preventivo.....	39
4.2.2.- Mantenimiento Predictivo.....	43
4.2.3.- Mantenimiento correctivo.....	50
4.2.4.- Ejemplos de reparaciones y mantenimientos.....	53
Capítulo 5 Engel de México.....	62
5.1.- Engel de México.....	62
5.2.- Ensamble máquina.....	64
5.2.1.- Desembarque de máquina y ensamble.....	65
5.2.2.- Conexiones hidráulicas y eléctricas.....	72
5.2.3.- Arranque de máquina.....	77
Capítulo 6 Conclusiones y Recomendaciones.....	89
6.1.- Conclusiones.....	89
6.2.- Recomendaciones.....	91
Bibliografía.....	92

# RESUMEN

*En este documento compartiré parte de la experiencia laboral en el área de mantenimiento, desempeñando labores en la industria para el sector automotriz. Con funciones principales como, mantenimiento predictivo, correctivo y preventivo a máquinas de inyección de plásticos, equipos periféricos y robots. Áreas en donde se han aplicado conocimientos adquiridos durante los estudios cursados en la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Facultad de Ingeniería Eléctrica (FIE) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), también los adquiridos durante el trayecto laboral en áreas como mecánica, hidráulica, neumática y control.*

*Dentro de las labores a desempeñar en la “industria” se encuentra la función y meta principal, que es, mantener los equipos en funcionamiento y a mayor manera, evitar paros por fallas de cualquier tipo.*

*Parte de las habilidades necesarias para desempeñar este trabajo son:*

- *Conocimientos en control de motores*
- *Control de temperaturas*
- *Hidráulica*
- *Mecánica*
- *Lectura de planos amperimétricos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos (normas ANSI y DIN) y arquitectónicos.*
- *Electrónica*
- *Robótica*
- *Termodinámica*
- *Operación de máquinas herramientas*

*Habilidades adquiridas en su mayoría durante la carrera como ingeniero electricista en FIE, y otras más en el transcurso laboral conforme las necesidades se van haciendo más fuertes.*

*Parte del trabajo, del ingeniero en el área de mantenimiento es el ir reconociendo fallas recurrentes y eliminarlas mediante acciones preventivas, para esto se requiere la mayoría de ocasiones, varias horas de análisis y solución de fallas, es decir acciones correctivas.*

*Me gustaría agregar que durante el tiempo en el cual he prestado mis servicios se ha aprendido la importancia del trabajo en equipo, preparación continua y a cómo enfrentar*

*los retos que se presentan día a día, como ingeniero electricista, con una función principal y es la de “ingeniar” para dar soluciones eficientes, económicas y permanentes.*

## **PALABRAS CLAVE**

*IMM máquina de moldeo por inyección, sector industrial automotriz, instalaciones, ensambles, mantenimiento.*

# ABSTRACT

*In this paper I will share much of my work experience in the maintenance area, performing tasks in the industry for the automotive sector. With leading roles, predictive, corrective and preventive for plastic injection machines maintenance. Where were applied knowledge acquired during the studies completed an engineering degree and has gained new in areas such as mechanical, hydraulic, pneumatic and control.*

*Within my work to play in the company is the function main goal, which is to keep equipment running and more so, avoid downtime due to failures of any kind.*

*Some of the skills needed to perform the work are:*

- *Knowledge in motor control*
- *Temperature control*
- *Hydraulics*
- *Mechanics*
- *Reading amperometric, hydraulic flat tires, electrical (European and American standard) and architectural.*
- *Electronics*
- *Robotics*
- *Thermodynamics*
- *Operation of machine tools*

*Skills acquired mostly during career as an electrical engineer, and others in the course as needs grow stronger.*

*Part of the work, the engineer in the maintenance area is going to recognize and eliminate recurring failures through preventive actions for this many times several hours of analysis and solution of failures that is required corrective actions. I would add that during the time in which I have served have learned the importance of teamwork, continuous preparation and how to face the challenges that arise day by day as an electrical engineer with a major role and is "engineer "to provide solutions*



## **KEYWORDS**

*IMM molding injection, automotive industry, systems, assemblies, maintenance machine.*

# LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.- Máquina de inyección de plástico. ....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2.- Partes de una máquina de inyección convencional.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3.- Máquina de inyectora de plástico tipo rodilleras y su lista de componentes principales.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4.- Máquina de inyectora de plástico de cierre directo o hidráulica y sus componentes.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 5.- Etapas de inyección y alimentación de unidad de inyección.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 6.- Partes de unidad de inyección.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 7.- Unidad de inyección completa.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 8.- Tipos de unidades, cierre de rodilleras con guía y cierre directo de guías.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 9.- Unidad de cierre directo por piston hidraulico.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 10.- Unidad de cierre rodilleras.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 11.- A la izquierda panel táctil con membrana a la derecha panel hibrido de botones pulsadores y membrana táctil.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 12.- Control CC200 con selectores sin retención.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 13.- Control CC200 con botones en membrana y pantalla touch screen tipo resistivo.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 14.- Control tipo CC200 y sus componentes y equipamientos especiales.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 15.- Conversión de energía eléctrica a hidráulica.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 16.- Máquina de cierre directo o hidráulica.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 17.- Esquema Hidráulico.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 18.- Topología de control de motores.....</i>	<i>25</i>

<i>Figura 19.- Máquina de inyección de plástico Mann-Hummel parque Querétaro.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 20.- Tirfor para arrastre de maquinaria pesada.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 21.- Máquina sopladora mann-hummel parque Querétaro.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 22.- Descarga máquina de inyección duo 650T.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 23.- Plano de instalación de sistema hidráulico de refrigeración iks. ....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 24.- Descarga de chiller con grúa de 60 ton. ....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 25.- Ensamble y conexión de sistema enfriamiento de agua lado derecho, proceso 17°C, lado izquierdo, proceso 27°C. ....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 26.- Conexión de dispositivos de control .....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 27.- diagrama eléctrico de variador de frecuencia danfos aqua.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 28.- Tablero de potencia de unidades de chiller (ventiladores).....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 29.- Wiesauplast de México, instalaciones San José Iturbide Guanajuato. ....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 30.- Desconexión de alimentadores principales para mantenimiento anual de sub estación.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 31.- Ingreso a desconexión de sub estación con EPP y extinguidor de PQS .....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 32.- Desconexión de sub estación con pértiga tipo escopeta.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 33.- Panel de control máquina ENGEL CC90.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 34.- Tablero de control Robot RC90 ENGEL .....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 35.- Limpieza y ordenamiento de tablero robot RC90 ENGEL .....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 36.- Tablero después de colocar el panduit y retirar los servodrives .....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 37.- Ventilador con exceso de polvo lo cual se refleja en calentamiento y mala circulación de aire .....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 38.- Panel limpio y ventiladores libres de polvo, así como las tarjetas .....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 39.- Colocación de servodrives moog. ....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 40.- Relevador de potencia banco de capacitores.....</i>	<i>52</i>

<i>Figura 41.- Prensa de máquina de inyección ENGEL VC130T .....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 42.- Desacople de placa de botado de prensa y eyector .....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 43.- Platina desacoplada .....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 44.- Detalle de óxido en prensa y cilindro de cierre.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 45.-Prensa y cilindro después de la limpieza. ....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 46.- Sellos de barril cambiados.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 47.- Cambio de sellos de vástago .....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 48.- Cambio de sellos y o-ring de vástago y barril finalizado .....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 49.- Lectura de diagramas amperímetros .....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 50.- Diagrama eléctrico instalación =06 +A1 transformador 480Vca -24Vcd.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 51.- Detalle de instalación de falla .....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 52.- Tarjeta de entradas salidas digitales -A35.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 53.- Falta Titulo.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 54.- Tarjetas dañadas debido a una mala colocación y la vibración de los equipos.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 55.- Prensa de moldeo por inyección 1948.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 56.- Máquina de moldeo por inyección de plástico 1947.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 57.- Máquina de moldeo por inyección e-DUO .....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 58.- Descarga de máquina de inyección .....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 59.- Colocación de marco IMM.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 60.- Ubicación de marco de máquina. ....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 61.- Colocación de platina móvil.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 62.- colocación de tiebars. ....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 63.- Acople de platinas finalizado.....</i>	<i>69</i>

<i>Figura 64.- Ajuste de altura de correderas .....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 65.- Correderas de platina móvil IMM.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 66.- Montaje de platina móvil de IMM.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 67.- montaje de pasillos y estructuras de guardas. ....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 68.- ensamble de estructura de unidad de cierre .....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 69.- Unidad de cierre finalizada en ensamble. ....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 70.- Conexión de sistema hidráulico platina móvil parte trasera.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 71.- Colocación de unidad de inyección.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 72.- Conexión de sistema hidráulico unidad de inyección y unidad de cierre. ....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 73.- Instalación de circuitos de refrigeración. ....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 74.- Conexión de arnés acoplamiento eléctrico de unidad de inyección y de cierre .</i>	<i>74</i>
<i>Figura 75.- Instalación de transformador 75KVA para bandas calefactoras .....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 76.- Instalación de panel de control y Plataforma .....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 77 .-Unidad de mantenimiento bomba de lubricación (izq.), gabinete de control platinas magnéticas (der). ....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 78.- Máquina Finalizada .....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 79.- Centricidad de platinas.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 80.- Ajuste de centricidad de platinas .....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 81.- Nivelación de platinas con nivel de cuadro. ....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 82.- Puntos de medición paralelismo.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 83.- Verificación de centricidad .....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 84.- Anclas mecánicas de máquina .....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 85.- Detalle de anclaje de máquina .....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 86.- Secuenciador de fases .....</i>	<i>81</i>

<i>Figura 87.- Colocación de tirantes de unidad de inyección a platina fija .....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 88.- 1) posición horizontal, 2) posición vertical, 3) superficie del molde, 4) boquilla. .....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 89.-Área de montaje de molde. ....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 90.- Máquinas en producción en masa.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 91.- Producción de fascia frontal extracción con robot de 6 ejes marca YUDO .....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 92.- Vista lateral trasera máquinas de inyección. ....</i>	<i>88</i>

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1.- Propiedades de la Calidad del Agua. ....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 2 normas mexicanas vigentes en seguridad y salud ocupacional .....</i>	<i>89</i>

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

<i>Chiller</i>	<i>Sistema de aire acondicionado refrigerado por agua que enfría el aire del interior de un espacio.</i>
<i>DI/DO</i>	<i>Abreviación para entradas o salidas digitales del idioma inglés “digital input /digital output”</i>
<i>electroducto</i>	<i>Es un sistema eficiente de distribución eléctrica, que está compuesto por ductos metálicos que reemplazan a los cables, contienen conductores desnudos o aislados de cobre o aluminio, en forma de barras.</i>
<i>IMM</i>	<i>Abreviación en inglés de “Injection Machine Molding” se traduce como máquina de moldeo por inyección</i>
<i>layout</i>	<i>El término layout proviene del inglés, que en nuestro idioma quiere decir diseño, plan, disposición.</i>
<i>noyos</i>	
<i>Panduit</i>	<i>Empresa dedicada a la elaboración de ductos para paneles de control y sistemas de red.</i>
<i>Tirfor</i>	<i>Son aparatos elevadores manuales y portátiles a cable pasante. Pueden levantar cargas, tirar de ellas y desplazarlas a lo largo de una gran longitud, manteniendo al mismo tiempo el par máximo</i>
<i>unistrut</i>	<i>Firma estadounidense de sistemas de fijación para tuberías y estructuras</i>

# **CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN**

## **1.1.- ANTECEDENTES**

*La importancia del ingeniero electricista en el sector industrial es prácticamente extensa, esto es, a que hoy en día la energía eléctrica, es uno de los factores principales para la generación, transmisión y distribución, para el funcionamiento de un hogar, pequeño comercio, una gran fábrica, hasta una nación completa.*

*Es por eso que la importancia y el campo de acción de un ingeniero electricista puede estar muy abierto, para el caso en particular que se abordará, será el de la experiencia laboral en la industria de la inyección de plásticos para el sector automotriz, describiendo las funciones desempeñadas como “técnico especialista” y posteriormente como “ingeniero de servicio técnico”. Se darán a conocer los componentes básicos de una máquina de inyección y su mantenimiento, así una ligera explicación de su funcionamiento ya que es esencial para poder tomar acciones correctivas o preventivas de los equipos.*

*En el tiempo laborado en este sector, se han aplicado los conocimientos adquiridos durante la estadía en la en la carrera de Ingeniero Electricista en Facultad de Ingeniería Eléctrica de la UMSNH, y además de ir reforzando más con otras áreas como lo son la robótica, hidráulica y neumática. Así mismo cabe mencionar la constatare capacitación hacia nuevas tecnologías en cuanto al control de motores y la electrohidráulica*

*Durante el periodo laboral en la empresa “Wiesauplas de México” de enero de 2013 a junio de 2015 se adquirieron conocimientos que no son ajenos de la ingeniería, tales como lectura de diagramas amperimetricos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos y neumáticos.*

*La función principal es corrección de problemáticas comunes en las máquinas de inyección (IMM) fallas en transductores, calibraciones de máquinas, fallas mecánicas, fallas en motores y servomotores.*

## **1.2.- ANTECEDENTES PERSONALES**

*Nacido en la ciudad de Dolores Hidalgo C.I.N Guanajuato, en la cual se cursó la mayoría de estudios básicos y siendo ahí donde comenzara en el área de la electricidad; cursando en la*

*preparatoria la carrera como técnico electricista, en periodo de 2001 a 2004, para posteriormente comenzar la formación como Ingeniero Electricista en la Facultad de Ingeniería Eléctrica "FIE" en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo "UMSNH" durante el periodo de 2004 a 2011, comenzando en el programa anual para posteriormente convertirse en semestral.*

### **1.3.- ANTECEDENTES LABORALES**

*La experiencia en campo laboral comienza a finales del año 2011 a unos meses de haber egresado de la licenciatura y en busca de prácticas profesionales, después de múltiples intentos en diversas empresas en la ciudad de Morelia, Michoacán, se tomó la decisión de buscar opciones fuera de, llegando por consejo de un buen amigo a la ciudad de San Juan del Rio Querétaro, a una empresa llamada "SCE" (Servicios y Construcciones Electromecánicas) donde llegué a realizar la estadía como practicante, desempeñando funciones de ayudante en montaje de maquinaria de inyección y/o soplado de plásticos, instalaciones eléctricas, cálculos para instalaciones eléctricas, hidráulicas; posteriormente cuando finalizo el periodo de prácticas profesionales, se dio la oportunidad de prestar mis servicios como supervisor de obra, teniendo las funciones de diseño de instalaciones, cálculos de circuitos, planeación y maniobra de arrastre de maquinaria pesada, se laboró en varias empresas del sector industrial como contratista, por mencionar algunas fábricas están:*

*Norgren manufacturing, empresa dedicada a la inyección de aluminio y diecast para fabricación de equipo de control neumático, realizando la reubicación interna de planta y organización de estaciones de trabajo; dentro de las labores más destacables en esta empresa fue la reubicación de un horno de fundición de aluminio a gas y la instalación de un segundo horno, la maniobra implicó el ensamble del equipo y la conexión eléctrica.*

*MAN-HUMMEL de México, empresa líder en la fabricación de filtros para sector automotriz y transportes en general, en MAN-HUMMEL se realizó el diseño para las áreas de ensamble, ya que la constante necesidad de cambios por proyectos nuevos y los existentes exigían un diseño para los servicios eléctricos, neumáticos e hidráulicos, según las necesidades de la estación de trabajo.*

*Grupo ABC de México empresa de inyección y soplado de plásticos uno de los líderes en termo formado plástico, en fabricación de fascias, tableros, tanques para líquidos varios en sector automotriz, en esta empresa los trabajos más destacables fueron la ubicación de máquinas de 2600T, 650T y 400T. instalación de servicios para proceso a pie de máquina*

*conexión a electroducto de máquinas en una nueva línea de inyección, también instalación de bombas de vacío para sistemas de surtido de material y separación de finos.*

*Wiesauplast de México cuenta con dos naves, una que es el área de inyección de plásticos en donde se desarrollaron labores varias, montajes de maquinaria reubicación de líneas de trabajo instalación de un sistema para refrigeración de agua (Chiller) realizando la conexión de tablero de control motores, transductores de presión, variadores y una segunda tina para mayor eficiencia en el sistema de refrigeración de moldes y máquinas de inyección. En la segunda nave se realiza la soldadura de plástico por espejos, así como el almacén de embarques, en esta segunda nave se realizó la ubicación de máquinas de soldadura por espejos y estaciones de prueba para producción, se instalaron servicios eléctricos y neumáticos, la instalación de compresores a 13 Bar y el diseño del circuito de aire a alta presión para evitar y prevenir caídas de presión.*

*ENGEL de México, laborando desde junio de 2015 a la actualidad de la elaboración de este documento, con el cargo de “Ingeniero de Servicio técnico” en la zona norte del país, desempeñando labores que consisten básicamente en brindar soporte técnico a los clientes, con reparación, instalación y ensamble de máquinas de inyección. Otras funciones del área de soporte es realizar trabajos de programación de “secuencias especiales” (algoritmo de programación para un proceso de producción), para procesos complejos en máquinas, así como programación de robots para extracción simple, extracción compleja, extracción con colocación de insertos etc.*

*En SCE se desempeñó el puesto como supervisor durante 8 meses, periodo de mayo de 2012 a enero de 2013 para posteriormente a finales de enero de 2013 iniciar labores en la empresa Wiesauplast de México ubicada en el municipio de san José Iturbide Guanajuato, en el “Parque Industrial Opción” con el puesto de “técnico especialista” en el área de mantenimiento, para finales de junio del año 2015 se finaliza la relación laboral, en ese mismo periodo en que se comenzó a laborar en ENGEL de México, en el área de “CSD customer service división” (división de servicio técnico traducción del inglés) y puesto que a la fecha de elaboración de este documento sigo desempeñando.*

## CAPÍTULO 2 MÁQUINAS DE INYECCIÓN

### 2.1.- MÁQUINAS DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO HISTORIA.

*En 1872 John Hyatt registro la primera patente de una máquina de inyección, la cual consistía en un pistón que contenía la cámara de derivados celulósicos fundidos. Sin embargo, se atribuye a la compañía alemana Cellon-Werkw el haber sido pionera en las máquinas de inyección moderna. Esta firma presentó, en 1928, una patente incluyendo la descripción de nitrocelulosa (celuloide). Debido al carácter inflamable de la nitrocelulosa, se utilizaron posteriormente otros derivados celulósicos como el etanoato de celulosa. Los Británicos John Beard y Peter Delafield, desarrollaron paralelamente la misma técnica en Inglaterra con los derechos de patente inglesa para la compañía F.A. Hughes Ltd.*

*El primer artículo de producción masiva en Inglaterra fue la pluma fuente, producida en los años 30 por la compañía Mentmore manufacturing. La misma utilizaba máquinas de moldeo por inyección de Eckert & Ziegler (Alemania). Estas máquinas funcionaban originalmente con aire comprimido; el sistema de apertura de molde y la excepción de la pieza se realizaban de forma manual y los controles incluían válvulas manuales, sin controles automáticos, CPU, PLC o sistema de seguridad.*

*En 1932 apareció la primera máquina para inyección operada con sistemas eléctricos, esta fue desarrollada por la compañía Eckert & Ziegler. Al mismo tiempo otros países como Suiza e Italia, el polietileno y el PVC provocaron una revolución en el desarrollo de la maquinaria. En 1951 desarrollo en estados unidos la primera máquina de inyección con husillo, aunque no fue patentada hasta 1956. Este cambio ha sido la aportación más importante en la historia de las máquinas inyectoras. Al finalizar la segunda guerra mundial, la industria de inyección de plástico experimento crecimiento comercial sostenido. A partir de los años 80, las mejoras se han enfocado a la eficiencia del diseño, el flujo del polímero, a el uso de sistemas CAD para diseño, inclusión de robots para la extracción de piezas, y sistemas hidráulicos y sistemas de control hasta hoy en día sistemas de ahorro de energía, como son el sistema ECO drive <sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Tesis "MOLDEO INDUSTRIAL DE PIEZAS POR INYECCIÓN DE PLÁSTICOS UNA TÉCNICA MODERNA Y COMPETITIVA" Del Ing. Juan Hernández Barrera UMSNH, Fie



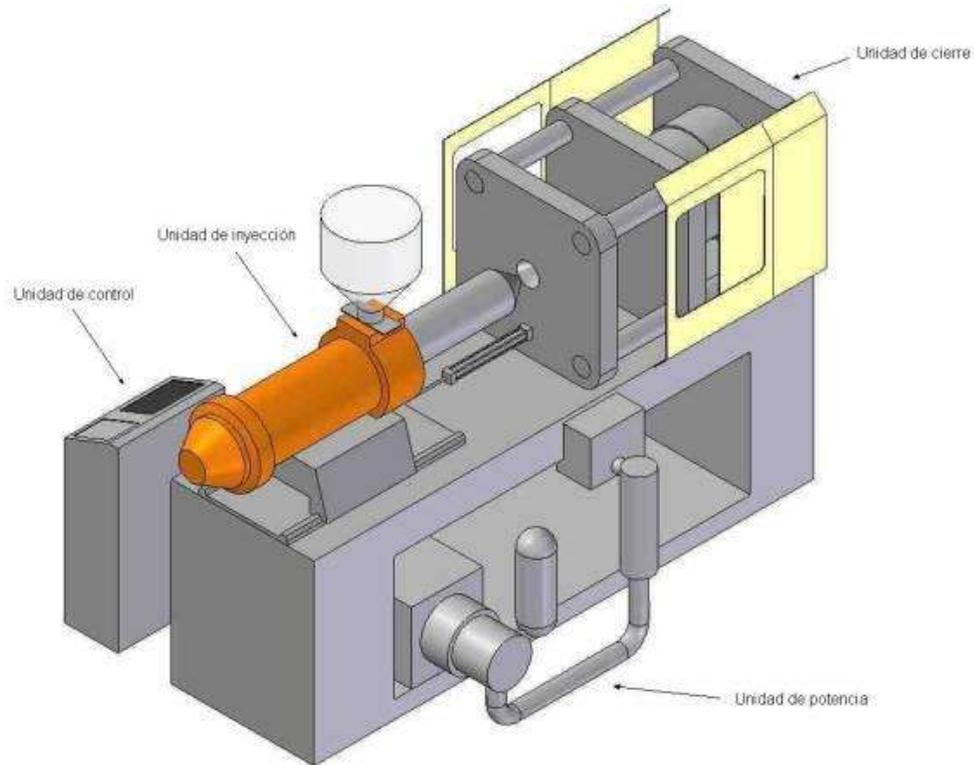
**Figura 1.- Máquina de inyección de plástico.**

## **2.2.- MÁQUINAS DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.**

*Una máquina inyectora es un equipo capaz de plastificar un material polimérico y bombearlo hacia un molde en donde se llena una cavidad y adquiere la forma del producto deseado. El moldeo de polímero ha cobrado mucho éxito en los últimos años, ya que facilidad de crear formas simples hasta estructuras muy complejas, llegando inclusive a sustituir muchas partes metálicas o de otros materiales usados anteriormente.*

*La imagen siguiente muestra la estructura básica de una máquina de inyección, así como sus componentes básicos:*

- *Unidad de inyección*
- *Unidad de cierre*
- *Unidad o Panel de control*
- *Unidad de potencia (hidráulica, eléctrica neumática o combinación).*

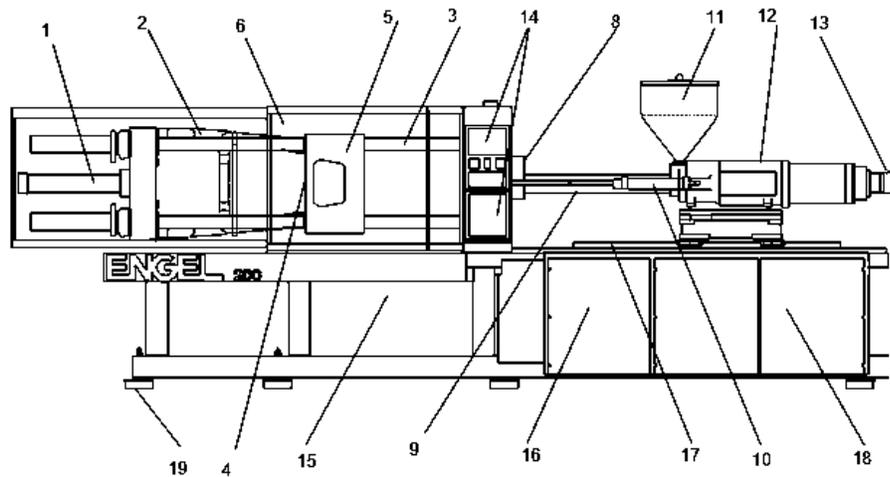


**Figura 2.- Partes de una máquina de inyección convencional<sup>2</sup>**

*La máquina de rodilleras se caracteriza básicamente porque en la unidad de cierre está compuesta por un juego de palancas acodadas que general mente son accionadas por un pistón hidráulico durante la apertura y el cierre del sistema. Este sistema tiene unas barras guía que se encargan de mantener centrada la platina y esta a su vez se desliza en una base lubricada con aceite empujada por un pistón hidráulico que está ligado a las palancas articuladas y realiza prácticamente todo el trabajo proporcionando el movimiento y la fuerza de cierre, este proceso se realiza dando un altura de molde que determina el grosor del molde montado en la máquina, una vez establecida se determina la presión de apriete que necesita la pieza para ser moldeada y evitar defectos como rebaba o derrame del fluido en proceso. En la figura siguiente se muestra una máquina de inyección de rodilleras*

---

<sup>2</sup> [http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes\\_inyeccion/unidad\\_2/maquina.html](http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes_inyeccion/unidad_2/maquina.html)



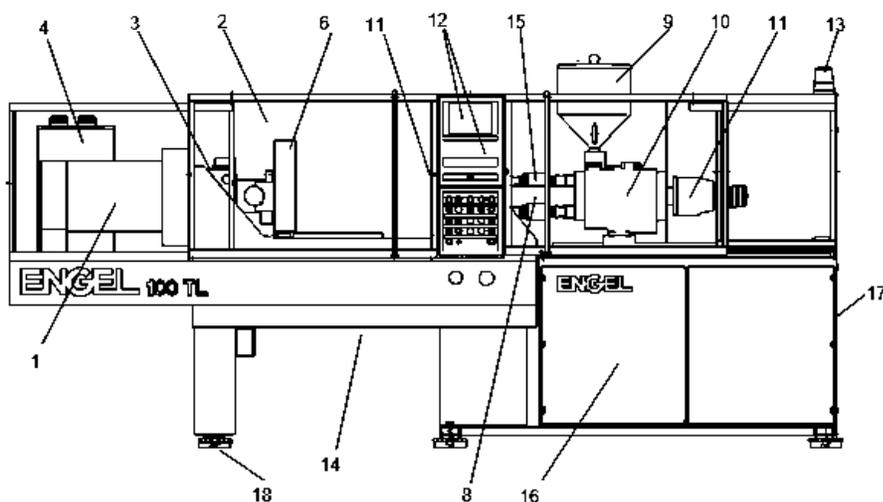
- |                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Clamping cylinder              | 2. Toggle mechanism             |
| 3. Tie bars (x 4)                 | 4. Ejector cylinder             |
| 5. Moving platen                  | 6. Safety gate                  |
| 7. Manual control switches        | 8. Purge gate                   |
| 9. Plasticizing cylinder          | 10. Carriage cylinder (x 2)     |
| 11. Material hopper               | 12. Injection unit              |
| 13. Screw drive motor             | 14. Monitor and front faceplate |
| 15. Part drop out area            | 16. Card rack                   |
| 17. Carriage linear bearing (x 2) | 18. Master disconnect switch    |
| 19. Machine mount (adjustable)    |                                 |

**Figura 3.- Máquina de inyectora de plástico tipo rodilleras y su lista de componentes principales<sup>3</sup>.**

La Máquina de cierre directo se caracteriza por la ausencia de rodilleras ya que su sistema de cierre se basa en un cilindro de gran tamaño 1) el cual genera la fuerza de cierre y de un cilindro de alta velocidad ubicado en la parte inferior de este cilindro, otra característica es que cuentan con un tanque de expansión 4) que es donde se va el aceite cuando la platina móvil 6) está abierta, estas máquinas cuentan con un sistema de muelleo entre el pisto de

<sup>3</sup> ENGEL INJECTION MOLDING MACHINE MAINTENANCE MANUAL.©2005 Copyright by engel Canada INC Guelph, Ontario.

alta velocidad y la platina móvil este sistema 3) ayuda a amortiguar y mantener la platina nivelada cuando realiza la fuerza de cierre.<sup>4</sup>



1	Clamp cylinder	2	Safety gates
3	Clamp piston	4	Prefill Hydraulic oil tank
5	Ejector	6	Moving Platen
7	Stationary Platen	8	Plasticizing Cylinder
9	Material Hopper	10	Injection unit
11	Screw Drive Motor	12	Monitor and front faceplate
13	Alarm light	14	Part drop out area
15	Carriage piston	16	Card rack (inside left door)
17	Master disconnect switch	18	machine mount (adjustable)

**Figura 4.- Máquina de inyectora de plástico de cierre directo o hidráulica y sus componentes.<sup>5</sup>**

<sup>4</sup> ENGEL INJECTION MOLDING MACHINE MAINTENANCE MANUAL.©2005 Copyright by engel Canada INC Guelph, Ontario.

<sup>5</sup> ENGEL INJECTION MOLDING MACHINE MAINTENANCE MANUAL.©2005 Copyright by engel Canada INC Guelph, Ontario.

### 2.2.1.- UNIDAD DE INYECCIÓN DESCRIPCIÓN.

Está conformada por: carro, pistones de carro, motor hidráulico de husillo, husillo, unidad de carga y el barril de inyección, la boquilla y las bandas calefactoras alrededor del barril.

El material sólido ingresa por la tolva a la zona de alimentación del husillo, en esta zona es transportado, por efecto de la rotación del tornillo dentro del barril, hacia la zona de fusión donde se plastifica; finalmente el material es bombeado hacia la parte delantera del tornillo en la zona de dosificación. Durante el proceso de plastificación del material el tornillo gira constantemente. Cuando se va a realizar la inyección hacia el molde, el tornillo deja de girar y actúa a manera de pistón, haciendo fluir el plástico fundido hacia el molde y llenando las cavidades.

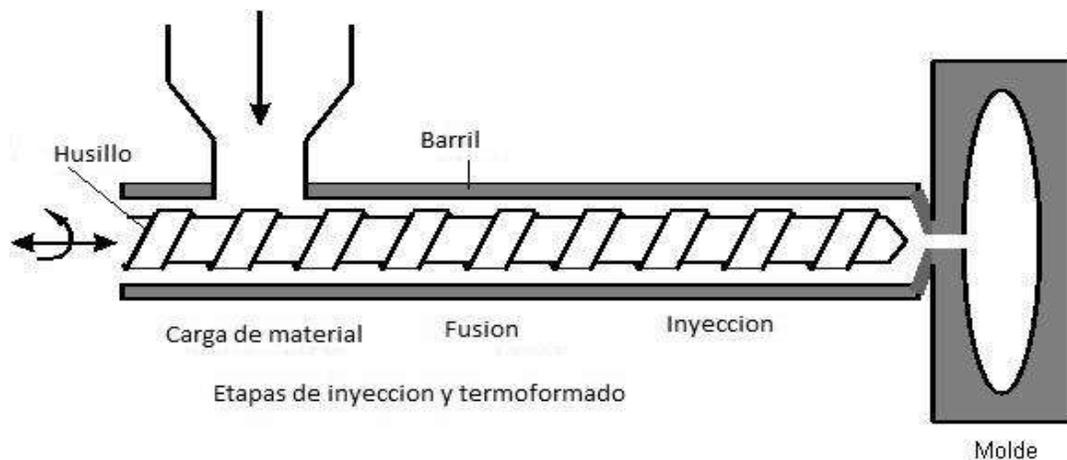
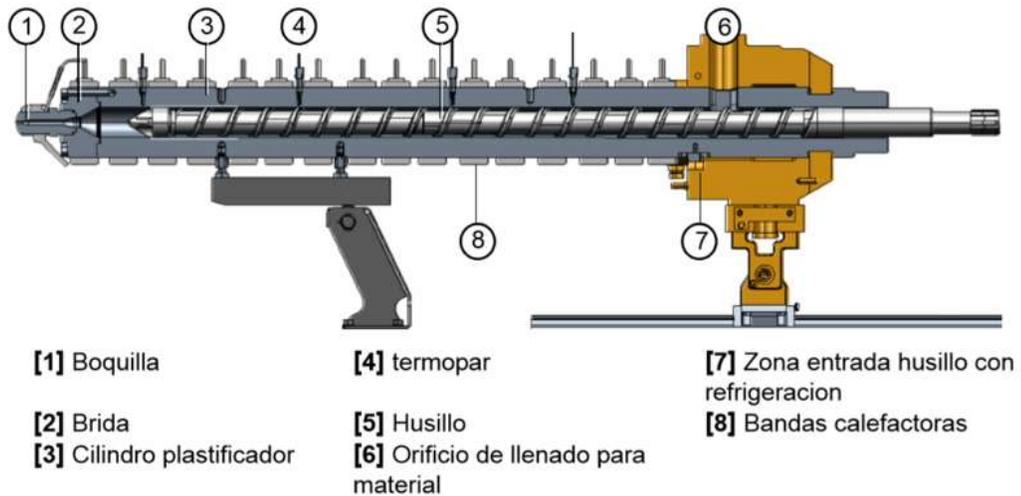


Figura 5.- Etapas de inyección y alimentación de unidad de inyección<sup>6</sup>

La unidad de inyección o "cañón" está compuesto por 7 elementos los cuales se muestran en la figura. Es importante conocer las partes principales de esta sección de la máquina ya que es el que prácticamente la inyección depende totalmente de su buen funcionamiento.

<sup>6</sup> Tesis "MOLDEO INDUSTRIAL DE PIESAS POR INYECCION DE PLASTICOS UNA TECNICA MODERNA Y COMPETITIVA" Del Ing. Juan Hernández Barrera. UMSNH, Fie Año 2007



**Figura 6.- Partes de unidad de inyección<sup>7</sup>**

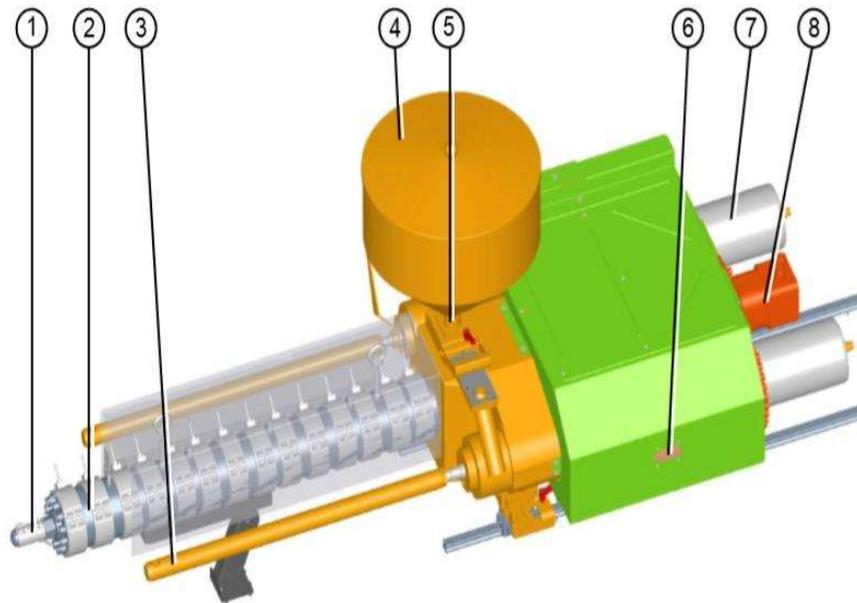
*Ahora bien, la unidad de inyección como tal, está compuesta además por las partes que se muestran en la figura; como ya se mencionaba anteriormente el cañón se hace mención de esta más a profundidad ya que es la más importante ya que es ahí donde se realiza el proceso de fundición y transformación del material.*

*En la figura siguiente se puede observar la unidad completa y sus componentes esto con la finalidad de irse familiarizando con ellos ya que es fundamental para un mantenimiento más eficiente y confiable.*

---

<sup>7</sup>Technical Manual Machine VC.ENGEL AUSTRIA GmbH A-4311 Schertberg Versión G/11/32/1/34

**Grupos principales de montaje de una unidad de inyección:**



- [1] Boquilla calentada eléctricamente
- [2] Cilindro plastificador calentado eléctricamente
- [3] Vástago pistón para fijación en bancada de máquina
- [4] Tolva de material
- [5] Zona entrada material refrigerada (traversa)
- [6] Indicador de posición para husillo
- [7] Cilindro inyección hidráulico
- [8] Hidromotor para accionamiento husillo

**Figura 7.- Unidad de inyección completa<sup>8</sup>**

*Para el mantenimiento de la unidad de inyección una vez estando al tanto de sus componentes básicos es de suma importancia tener presente la seguridad tanto del operador, así como la del equipo mismo, teniendo en cuenta lo siguiente.*

- *Los principales riesgos que hay son por aplastamiento, choque eléctrico, y quemaduras.*

---

<sup>8</sup> *ENGEL INJECTION MOLDING MACHINE MAINTENANCE MANUAL. ©2005 Copyright by engel Canada INC Guelph, Ontario.*

## 2.2.2.- UNIDAD DE CIERRE

Consiste de una prensa conformada por dos placas porta-moldes, una móvil y otra fija. El sistema de accionamiento de la placa móvil puede ser un mecanismo de palancas acodadas, accionado hidráulicamente, con un cilindro hidráulico. El parámetro fundamental para dimensionar una unidad de cierre es su fuerza para mantener el molde cerrado. Usualmente se da este valor en toneladas (ton). Otros parámetros importantes en una unidad de cierre son: la distancia mínima entre placas, la distancia máxima de apertura, las dimensiones de las placas y la distancia entre columnas, la carrera del sistema de expulsión. Estos datos se utilizan para dimensionar los moldes.

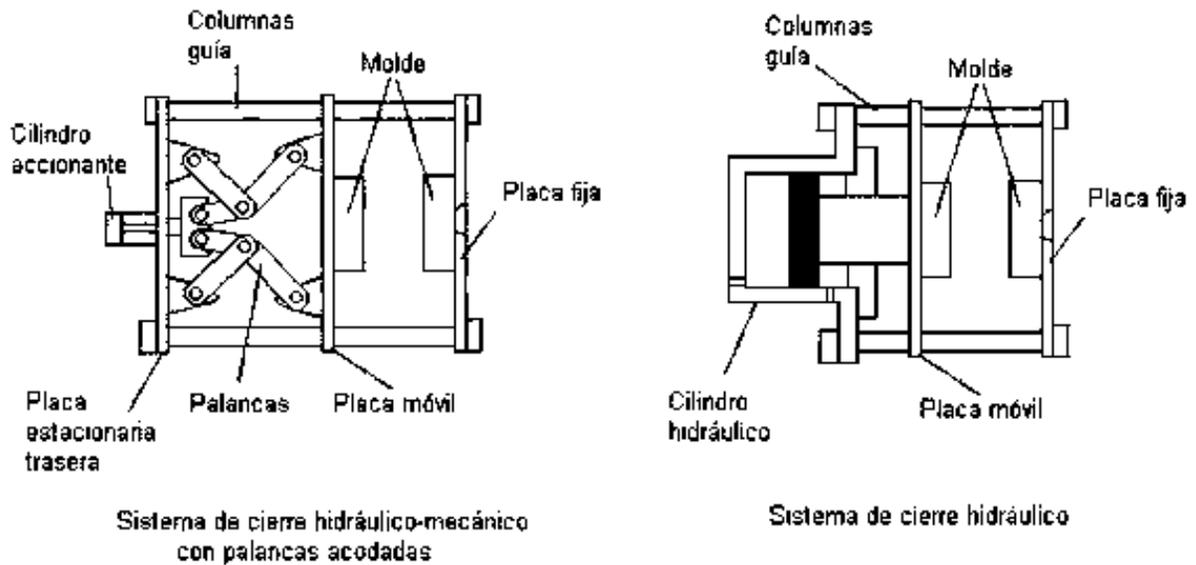


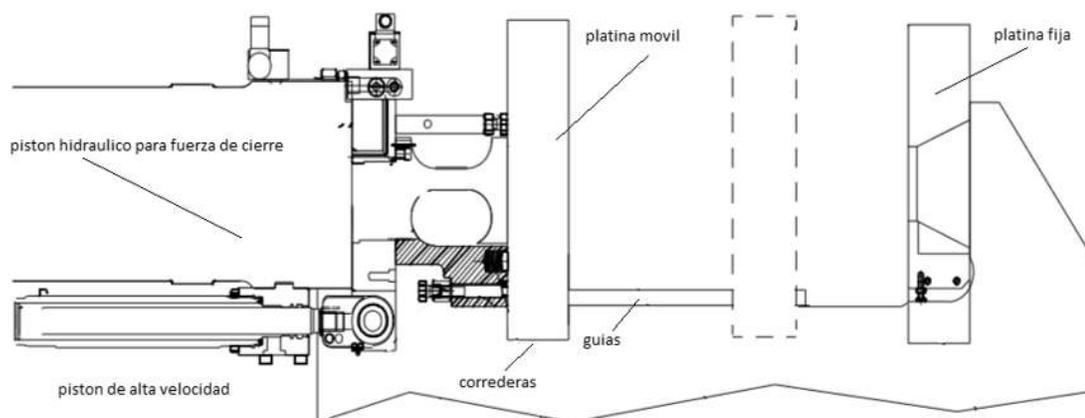
Figura 8.- Tipos de unidades, cierre de rodilleras con guía y cierre directo de guías<sup>9</sup>

Estos tres tipos de cierre para las máquinas realizan el mismo trabajo la diferencia principal a parte de la física es el control de las fuerzas, velocidades y presiones que son requeridas para accionarlas. El tipo más preciso de cierre es la unidad hidráulica sin barras, el funcionamiento de este sistema el pistón hidráulico que se encuentra en la parte posterior de la unidad, y la platina tiene unas "tortugas" o carros de rodamiento, que descansan sobre unos rieles guías en la parte inferior para mantener el paralelismo de la platina. Además de que la estructura de la máquina debe contar con una elasticidad para garantizar la presión de apriete que puede ir de las 40ton hasta 3500ton o más. Este

<sup>9</sup> ENGEL INJECTION MOLDING MACHINE MAINTENANCE MANUAL.©2005 Copyright by engel Canada INC Guelph, Ontario.

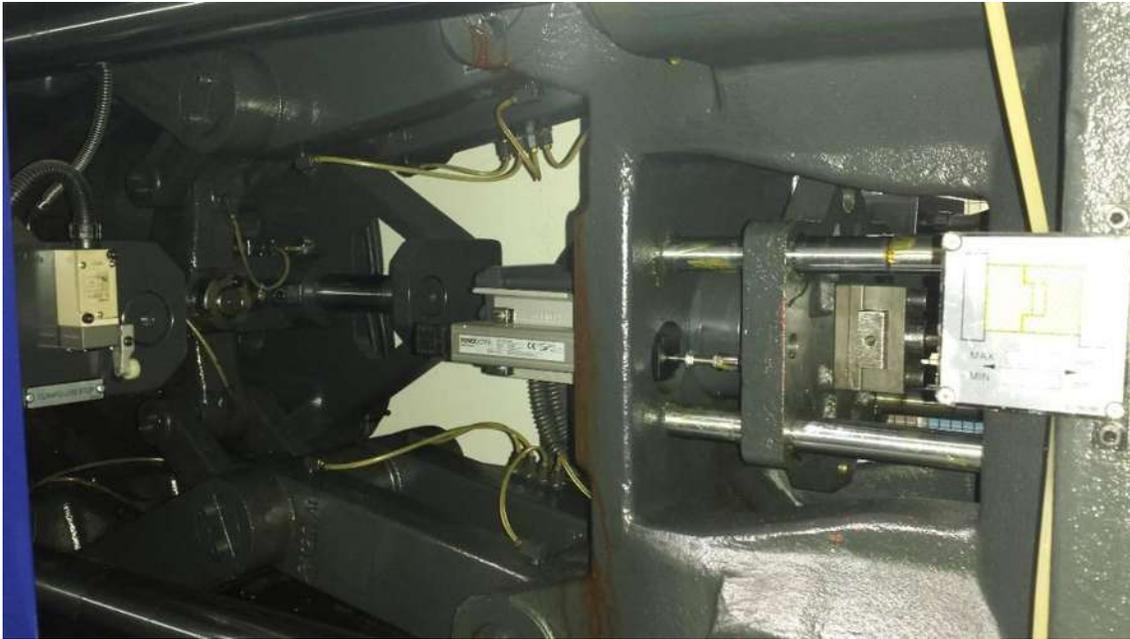
diseño es el más usado actualmente debido a que facilita en gran manera al montaje de los moldes de inyección, y proporciona más espacio para maniobrar dentro de las platinas y primordialmente reduce costos en manufactura de maquinaria.

La imagen siguiente muestra un esquema básico de una unidad de cierre hidráulico, cabe mencionar que este sistema se maneja 2 pistones; uno para velocidad y otro para fuerza. Debido a que con el pistón de fuerza sería muy complejo lograr velocidades altas debido a gran tamaño, por lo tanto, el pistón de alta velocidad a su vez funciona para la velocidad y la precisión del movimiento moviendo la platina y causando un efecto de succión de aceite en el pistón de fuerza.



**Figura 9.- Unidad de cierre directo por pistón hidráulico<sup>10</sup>**

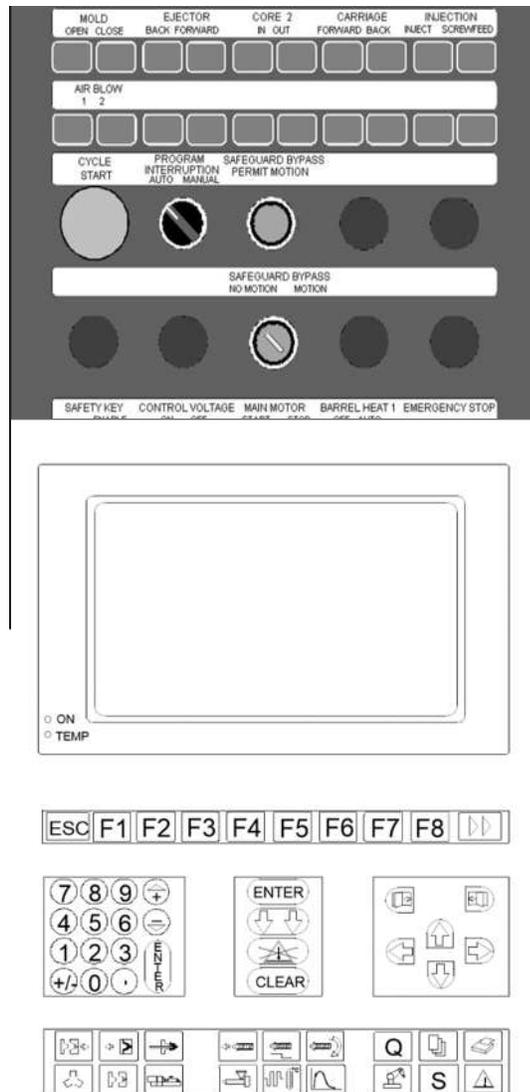
<sup>10</sup> ENGEL INJECTION MOLDING MACHINE MAINTENANCE MANUAL.©2005 Copyright by engel Canada INC Guelph, Ontario.



**Figura 10.- Unidad de cierre rodilleras**

### **2.2.3.- UNIDAD DE CONTROL.**

*Este sistema contiene un controlador lógico programable (PLC) y controladores proporcional integral diferencial (PID) para las resistencias eléctricas del barril y de la boquilla. El PLC permite programar la secuencia del ciclo de inyección y recibe señales de alarma, por sobrepresión o finales de carrera, para detener el ciclo. Los controladores PID son los más adecuados para el control de temperatura debido a su elevada velocidad de respuesta para mantener la temperatura a los niveles requeridos. Estos controles son operados desde paneles de control que llevan una pantalla y botones pulsadores con movimiento para la máquina de inyección, estos movimientos son de avance y retroceso básicamente, así como encendido de motor, calefacciones, robot y máquina propiamente.*



**Figura 11.- A la izquierda panel táctil con membrana a la derecha panel híbrido de botones pulsadores y membrana táctil<sup>11</sup>.**

Además de incorporar los menús de cada proceso de la máquina para la programación la introducción de parámetros, movimientos manuales, setpoints de velocidades, presiones, y calefacciones, básicamente.

En los controladores se ha ido evolucionando desde los controles con botones pulsadores, los de membrana y hasta los de pantalla resistiva o touchscreen como lo son el control cc200 de la línea ENGEL.

<sup>11</sup> Technical Manual Machine VC.ENGEL AUSTRIA GmbH A-4311 Schertberg Versión G/11/32/1/34

El control incorpora varias pantallas y para las funciones de ajuste de las diversas partes de la máquina, así como también muestra información útil para el proceso de calidad de la inyección. En estas mismas páginas del control también incorpora el menú de servicio, programación y ajuste de variables para los periféricos como robots y atemperadores.



**Figura 12.- Control CC200 con selectores sin retención<sup>12</sup>**

En la figura 12 se aprecia un panel de control de un equipo CC200, en este panel encontrara una pantalla touch tipo resistiva con 8 botones programables para diversos movimientos o control de periféricos, también se aprecia que los controles para los accionamientos de apertura y cierre de platina, expulsor, noyos, boquilla, husillo y as como el de referenciado y posición home de robot son accionados por selectores de 3 posiciones, también se encuentra el botón de encendido de máquina en color transparente, en color naranja se asigna para elegir entre funcionamiento manual o totalmente automático o

---

<sup>12</sup> Technical Manual Machine VC. ENGEL AUSTRIA GmbH A-4311 Schertberg Versión G/11/32/1/34

semiautomático, y el botón verde tipo hongo es el botón para iniciar ciclo en el modo automático

En la figura 13 se puede apreciar el mismo tipo de control, pero ahora sin los selectores de perilla, sino que ahora tiene botones de membrana para el accionamiento de las funciones de igual manera se pueden encontrar los movimientos básicos de apertura y cierre, avance y retroceso de boquilla, noyos, expulsor y husillo, también se puede apreciar que ya está integrado los botones para posicionamiento home del robot, así como el de referenciado de robot.



**Figura 13.- Control CC200 con botones en membrana y pantalla touch screen tipo resistivo.<sup>13</sup>**

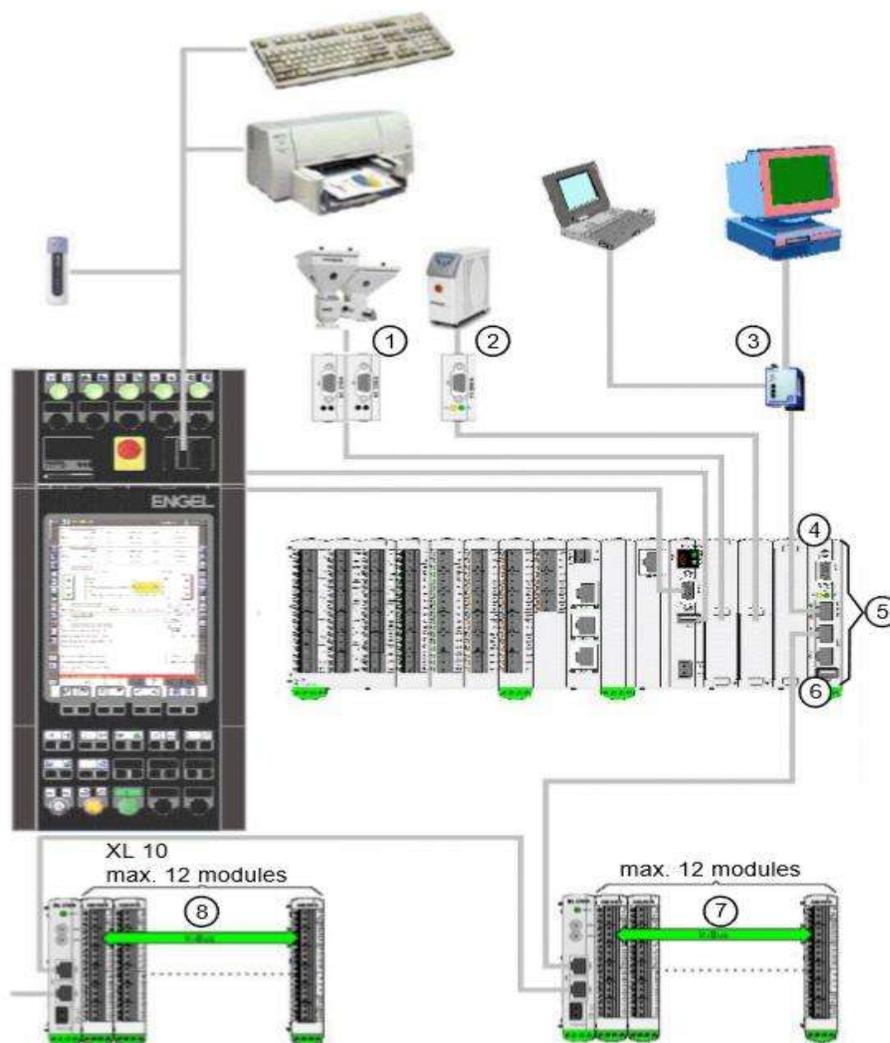
Una característica más de este tipo de control es que se ahorra una gran cantidad de relevadores de control y se tiene un mejor monitoreo de las I/O digitales y análogas del PLC.

---

<sup>13</sup> Technical Manual Machine VC. ENGEL AUSTRIA GmbH A-4311 Schertberg Versión G/11/32/1/34

Así mismo permite la conexión de periféricos como impresoras, mouse de computadora, grabación de datos con USB, así como carga y actualizaciones de software, cabe destacar que el mantenimiento de estos equipos es casi nulo y se tiene una mejor eficiencia que los de perillas ya que estos son de libre mantenimiento y al no existir movimientos mecánicos prácticamente se nulifica el uso y mantenimiento de las mismas.

En las figuras que se muestran a continuación (FIG.14) se muestra la conexión del control con diversos aparatos, así como su comunicación vía profibus hacia el PLC de la máquina de inyección, así como sus diversas interfaces



**Figura 14.- Control tipo CC200 y sus componentes y equipamientos especiales<sup>14</sup>**

<sup>14</sup> Technical Manual Machine VC. ENGEL AUSTRIA GmbH A-4311 Schertberg Versión G/11/32/1/34

1. *Interface SX 210/A (RS 232) para unidades de medición y unidades de secado o interface SX 230/A (RS 422 o RS 485) o SX 220/A lazo de control de corriente para controles de temperatura.*
2. *CAN interface FX 200/A conexión para aparatos de control de temperatura o conexión de HBG C30 Acopos.*
3. *Operación remota en red.*
4. *CAN interface para conexión con robot.*
5. *Expansión disponible para máximo 12 módulos.*
6. *USB conexión (Reserve)*
7. *Opción de sub-ensamble de módulos a extensión de módulos máximo 12 módulos. Conexión vía K-Net.*
8. *Módulo de expansión XL10.*

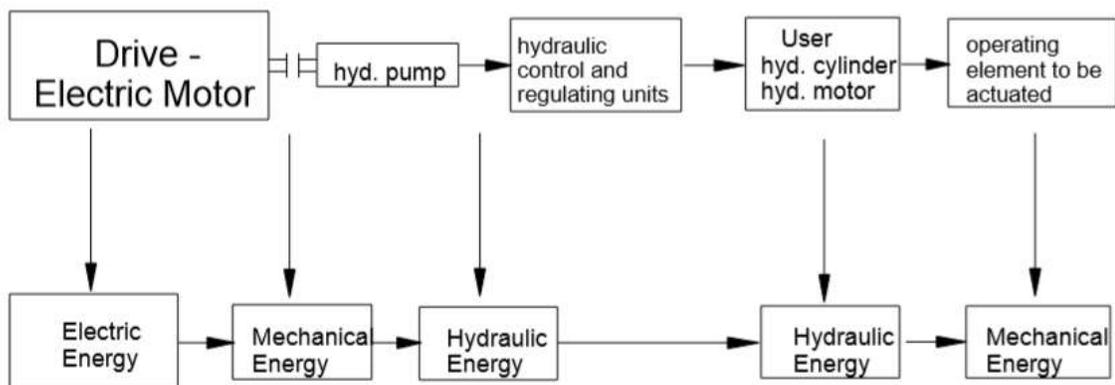
#### **2.2.4.- UNIDAD DE POTENCIA**

*Es el sistema que suministra la potencia necesaria para el funcionamiento de la unidad de inyección y de la unidad de cierre. Los principales tipos de sistemas de potencia se pueden clasificar como.*

*Sistema de potencia eléctrico: El sistema eléctrico se utiliza generalmente en máquinas relativamente pequeñas. Este sistema se emplea tanto para el giro del tornillo como para la apertura y cierre del molde. La máquina emplea dos sistemas mecánicos de engranajes y palancas acodadas, uno para el cierre del molde y otro para el tornillo. Cada uno accionado por un motor eléctrico independiente. El accionamiento del tornillo cuando realiza la inyección lo ejecuta un cilindro hidráulico. En los sistemas con motor eléctrico, la velocidad puede ajustarse sólo en un determinado número de valores, lo cual puede ocasionar problemas en la reproducción de parámetros de operación y dificultar la obtención de piezas con una calidad constante. Los motores eléctricos generan grandes torques de arranque, por lo que debe tenerse precaución al usar tornillos con diámetros pequeños para evitar que se rompan.*

*Sistema de potencia hidráulico: Los motores hidráulicos son los más comúnmente utilizados, su funcionamiento se basa en la transformación de la potencia hidráulica del fluido en potencia mecánica. A diferencia de los sistemas electromecánicos, donde la potencia es transmitida a través de engranajes y palancas, en un sistema con fluidos estos elementos se sustituyen, parcial o totalmente, por tuberías de conducción que llevan el fluido a presión a los pistones de inyección y de cierre del molde. El fluido que más se utiliza es el aceite debido, principalmente, a sus propiedades lubricantes en aplicaciones que involucran grandes cargas. En los sistemas hidráulicos es común utilizar presiones que varían entre los 70 y 140 kg/cm<sup>2</sup>. Las ventajas del motor hidráulico con respecto al eléctrico pueden resumirse principalmente en:*

- *Fácil variación de velocidades, regulando el volumen de fluido.*
- *La relación entre el torque y la velocidad es aproximadamente lineal. El límite de torque se determina por la presión limitante y el torque de arranque es aproximadamente igual al de funcionamiento.*
- *Permite arranques y paradas rápidos debido al pequeño momento de inercia.*
- *Permite relaciones bajas de peso potencia, lo que posibilita alcanzar altas velocidades de inyección del material.*
- *La forma convencional de realizar la transformación de energía eléctrica o mecánica a hidráulica aplicada a este tipo de máquinas es de la siguiente manera figura 15 [2]*



**Figura 15.- Conversión de energía eléctrica a hidráulica<sup>15</sup>**

<sup>15</sup> Technical Manual Machine VC. ENGEL AUSTRIA GmbH A-4311 Schertberg Versión G/11/32/1/34

*En el esquema anterior se describe el proceso de la transformación de la energía, donde, se comienza con una fuente de energía eléctrica, la cual es convertida a energía mecánica ( a través de un motor eléctrico), a su vez esta energía mecánica se convierte en energía hidráulica (bomba hidráulica) generando la potencia para realizar movimientos con actuadores operados por un usuario con el cual la energía hidráulica se convierte nuevamente en energía mecánica, dando como resultado uno o más movimiento lineales o circulares.*

*En este trabajo solo entraremos en detalle a las maquinas hidráulicas ya que en la empresa solo se cuenta con estos dos modelos de máquinas en diversos controles para los sistemas de cierre directo.*

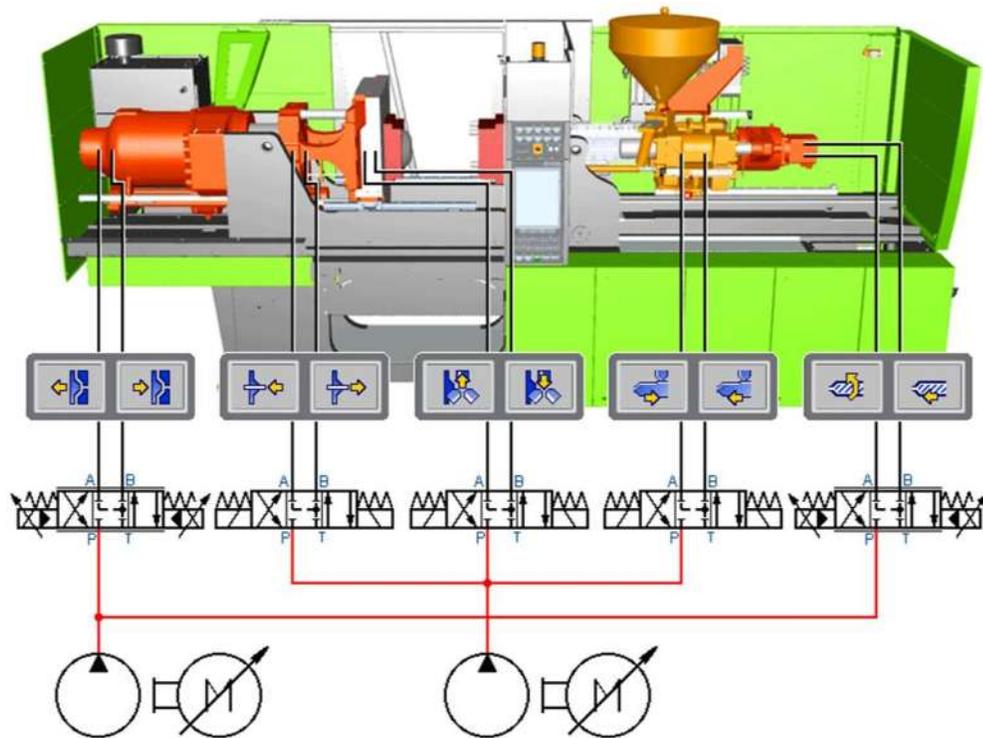
*En la figura siguiente se aprecian los tipos de máquinas con las cuales se cuentan básicamente son dos modelos: cierre directo o hidráulica y de rodilleras.*

*La máquina de cierre directo o Hidráulico se caracteriza por que en su parte posterior de la platina móvil solamente cuenta con un cilindro hidráulico de gran tamaño controlado por una válvula proporcional la cual determina la velocidad del movimiento, la fuerza esta determina por una válvula adicional la cual se acciona cuando ambas caras del molde están totalmente juntas y la distancia de recorrido es menor o igual a cero "0" es pues cuando entra la segunda válvula y forma la alta presión apoyada por la bomba hidráulica.*

*En la figura siguiente se muestra la estructura de una máquina de inyección hidráulica y como es controlada hidráulicamente la máquina y sus diferentes áreas, como la unidad de cierre botador, noyós, boquilla y husillo. Otra característica de estas máquinas es el sistema EcoDrive, el cual opera 2 bombas de engranes de caudal fijo, accionadas cada una por un servo motor.*

*La bomba principal o "1" es aquella que controla movimientos primarios, es decir los de mayor fuerza, como el cierre y apertura de molde y el de inyección.*

*La bomba secundaria o "2" es la que controla los movimientos secundarios como lo son el botado, noyós y boquilla.*



**Figura 16.- Máquina de cierre directo o hidráulica<sup>16</sup>**

En la figura 16 se puede ver claramente el esquema hidráulico básico de la máquina donde se aprecia las bombas que son de caudal fijo y el servo motor el cual solo acciona cuando la máquina requiere presión y/o movimientos.

La bomba principal a la izquierda de la figura se puede observar que de la bomba que es la unidad generadora de potencia pasa a dos válvulas proporcionales 4/2 en las cuales se observa claramente que son los accionamientos de la unidad de cierre y de la inyección (husillo)

En la parte inferior derecha se aprecia el control hidráulico de los movimientos secundarios, accionados a través de válvulas direccionales 4/2

Normalmente la bomba principal es de un mayor tamaño que la secundaria ya que esta debe manejar mayores caudales y presiones más altas

<sup>16</sup> Technical Manual Machine VC. ENGEL AUSTRIA GmbH A-4311 Schertberg Versión G/11/32/1/34

En la figura 17 se muestra el esquema hidráulico en donde se muestran un más claramente que válvulas accionan para cada movimiento, así como las respectivas señales de seguridades.

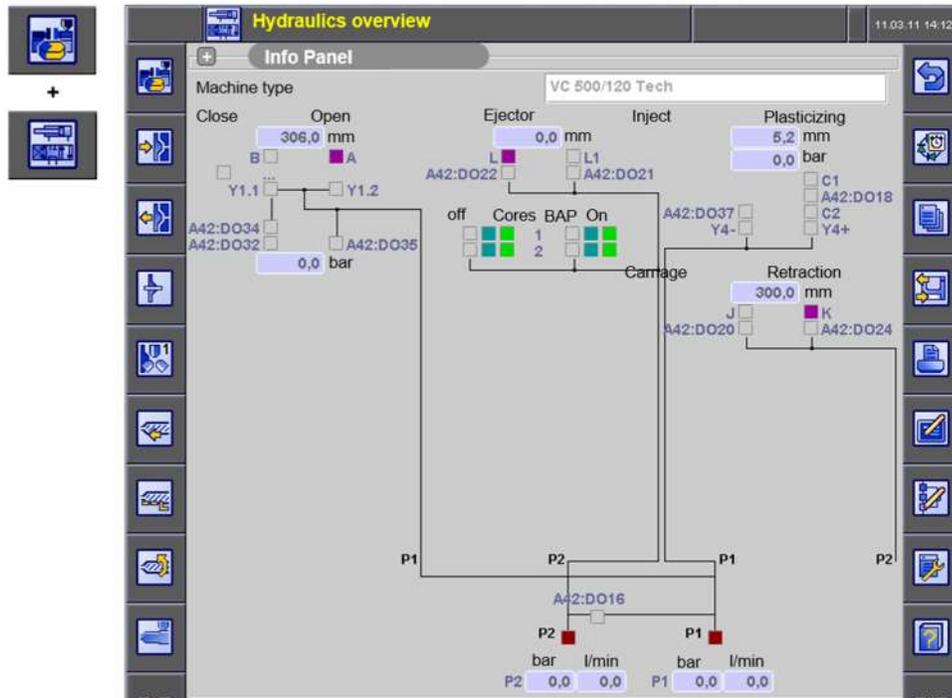


Figura 17.- Esquema Hidráulico<sup>17</sup>

### Simbología

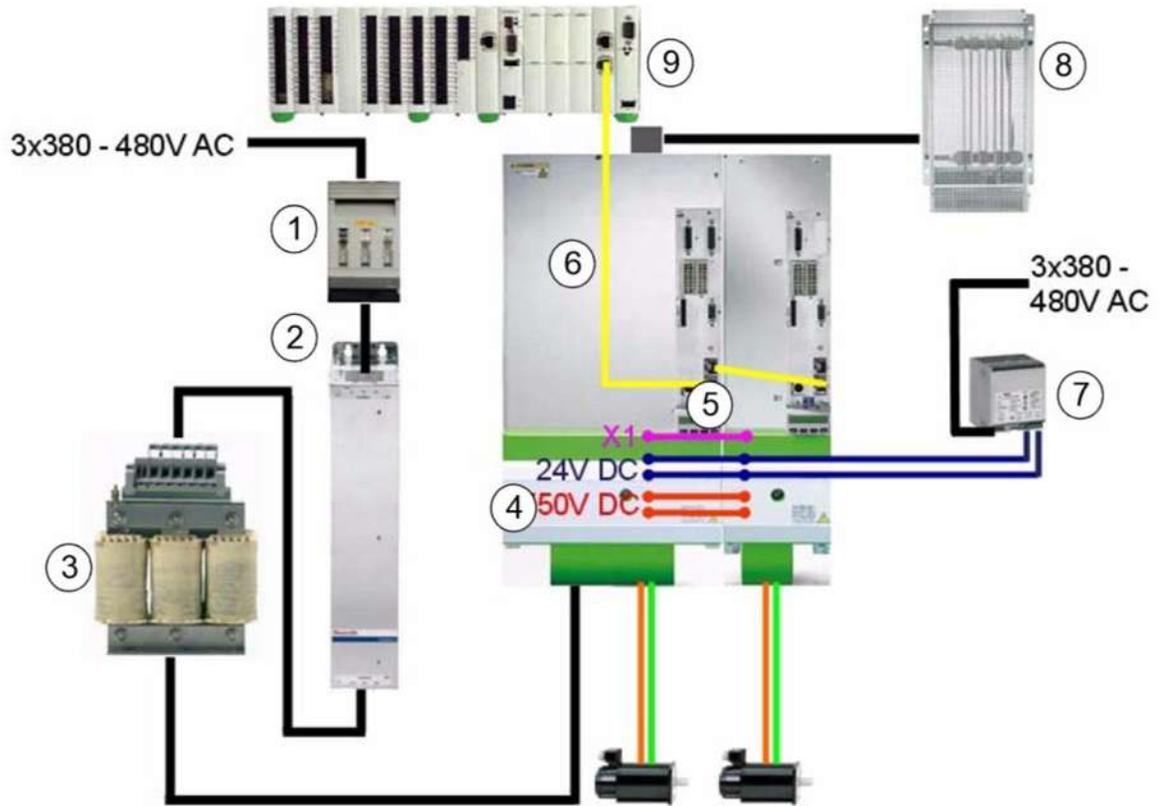
- P1 presión de bomba 1 y líneas de suministro para actuadores se muestra la presión y el caudal en la bomba. (cierre/apertura de molde e inyección y plastificado)
- P2 presión de bomba 2 y líneas de suministro para actuadores (expulsor, noyós, boquilla avance/retroceso).
- Axx:DOxx identificador de equipo en el diagrama eléctrico (entradas y salidas analógicas y digitales). La primera dirección Axx indica el modulo a la cual pertenece y la segunda DO o DI nos indica la entrada o salida digital que ocupa en dicho

<sup>17</sup> Technical Manual Machine VC. ENGEL AUSTRIA GmbH A-4311 Schertberg Versión G/11/32/1/34

- *Platina móvil, A molde abierto, B Molde cerrado.*
- *C1 husillo plastificado.*
- *C2 descompresión*
- *Expulso contraído L*
- *Expulsor avance L1*
- *Boquilla en posición de contacto J*
- *Boquilla atrás K*
- *Válvula proporcional actuada Yn*

*En la figura 18 se muestra el esquema de control de los servomotores donde podemos observar la parte de control y la de potencia;*

1. *fusibles*
2. *Filtros de malla, Filtros de señales de interferencia que se producen en el servo controlador.*
3. *El regulador suaviza cuando ocurren picos de corriente.*
4. *La fuente de alimentación del circuito intermedio interno variador (entre la unidad de alimentación y el inversor) con corriente continua controlado voltaje.*
5. *La conexión de bus Módulo X1 comunicaciones de datos internos del variador.*
6. *Línea de conexión EtherCat de datos entre el controlador de la máquina y el controlador servo.*
7. *Transformador 24V Se utiliza para suministrar energía a la electrónica del controlador servo.*
8. *La resistencia de frenado Disipa el exceso de tensión del circuito intermedio.*
9. *CPU (unidad de control de la máquina)) Comunicación con servo accionamientos través de la línea de datos EtherCAT*



**Figura 18.- Topología de control de motores<sup>18</sup>**

<sup>18</sup> ENGEL INJECTION MOLDING MACHINE MAINTENANCE MANUAL.©2005 Copyright by engel Canada INC Guelph, Ontario.

Technical Manual Machine VC.ENGEL AUSTRIA GmbH A-4311 Schertberg Versión G/11/32/1/34

# CAPÍTULO 3 SERVICIOS Y CONSTRUCCIONES ELECTROMECAÑICAS. “SCE”

## 3.1.- EXPERIENCIA EN SCE

*Servicios y construcciones electromecánicas (sce) es una empresa ubicada en San Juan del rio, Querétaro empresa dedicada al mantenimiento y manufactura industrial, siendo los principales trabajos en montajes de maquinaria pesada, instalaciones eléctricas, hidráulicas, neumáticas, diseño de sistemas eléctricos, instalaciones eléctricas en diversos voltajes 575v, 480v, 460v, 250v en sistemas trifásicos, cálculo de bancos de capacitores, subestaciones, servicios de pailería y herrería, fabricación de dispositivos e integración de herramientas.*

## 3.2.- MANN+HUMMEL DE MÉXICO

*Empresa dedicada a la elaboración de filtros industriales y automotrices, así como sistemas de admisión de aire o exhaust air, teniendo como principales clientes a marcas del ramo automotriz y agrícola como VW, Ford, Audi, John Deere, entre otros.*

*La problemática de la empresa radica en la distribución de sus líneas de producción contando con 28 máquinas de inyección de varias marcas, Battenfield, Krauss Mafei, fKY y Engel.*

*Con la llegada de maquinaria pesada la problemática radicaba en la maquinaria nueva, que consistía en 4 máquinas en la marca Engel, modelo dúo 600T, con unas dimensiones aproximadas de 3.8 x 4.2 x 2.1m.*

*Dado la solicitud del cliente se comenzó con el proyecto, el cual consistía en realizar una nueva distribución y reubicación de maquinaria, para generar los espacios necesarios para las nuevas máquinas.*

*Esta reubicación implico no solo el movimiento de máquinas, sino también el movimiento de servicios necesarios para la operación de las mismas; se consideró la nueva trayectoria de líneas eléctricas y cálculos de calibres nuevos de cableado en caso de ser requerido, así*

*mismo se sigue con el estándar de para los sistemas de agua de refrigeración y aire a presión.*

*En el desarrollo de la planificación y de acuerdo al nuevo plano de la planta de producción se consideran las nuevas trayectorias de servicios se comienza la cuantificación de materiales y equipos a utilizar.*



**Figura 19.- Máquina de inyección de plástico Mann-Hummel parque Querétaro**

*Parte del levantamiento técnico para la proyección del plan de acción del proyecto, es de vital importancia ya que por cuestiones de producción solo se dispone de un tiempo limitado a 72hrs por paro de máquina, para realizar la reubicación de máquina, parte de este levantamiento consiste en lo siguiente:*

- 1. Calibre de alimentador eléctrico.*
- 2. Trayectoria posible y disponibilidad de electroductos o charolas aéreas para alimentadores eléctricos.*
- 3. Servicios de refrigeración en agua de chiller a 17°C o de torre de enfriamiento a 15°C,*
- 4. Servicio de aire comprimido a 8 o 13 bar*
- 5. Alimentación eléctrica a 110v, 220v, 440v.*
- 6. Tipos de dispositivos*
- 7. Periféricos*
- 8. Distancia de movimiento de máquina en metros.*
- 9. Material a reutilizar*

10. Peso y dimensiones de la máquina

11. Personal necesario

Estos eran unos de los puntos principales a tomar en cuenta para cada máquina, los materiales considerados por default t o consumibles como cintas de aislar, cintas teflón, abrazaderas unistrut, canal unistrut, varilla roscada o esparrago, mordazas para esparrago, pijas punta de broca, con una cuantificación aproximada por máquina.



**Figura 20.- Tirfor para arrastre de maquinaria pesada.**

De igual manera se consideraba que herramienta y refacciones se usarían, máquinas de corte, esmeriles, taladros, tirfor, carros de carga o tortugas, nivel de precisión, y herramienta de mano en general.

En la figura mostrada a continuación se aprecia una máquina de inyección de plástico por soplado, es un proceso donde se realiza la intrusión de plástico fundido a temperaturas que van desde los 180°C hasta los 350 °C, en este proceso se hace salir el pastico a través de una boquilla que le da forma de manga la cual es comprimida por un molde que a su vez es presionado a una presión de 40000kn y se inyecta aire a alta presión para forzar que el plástico vaya adquiriendo la forma del molde, en el proceso lleva un tiempo de intrusión, moldeo, enfriamiento, desmolde y reinicio de ciclo.



**Figura 21.- Máquina sopladora mann-hummel parque Querétaro**

*Los trabajos realizados en mann+hummel tuvieron una duración de 8 semanas terminando en una total conformidad.*



**Figura 22.- Descarga máquina de inyección duo 650T**

### **3.3.- WIESAUPLAST PMC DE MÉXICO.**

*Wiesauplast México es una empresa alemana dedicada a la inyección de plásticos de precisión, para sistemas de Seguridad, como control housing, reservoir liquid brackes, control panels, backligths por mencionar algunos, sus principales clientes son por mencionar algunos: continental la colina saltillo, continental Jalisco, bmw, vw, Toyota, honda, Bosch, Fiat. "Conti\_ las colinas, TRW, Bosch\_ Aguascalientes, Preh"*

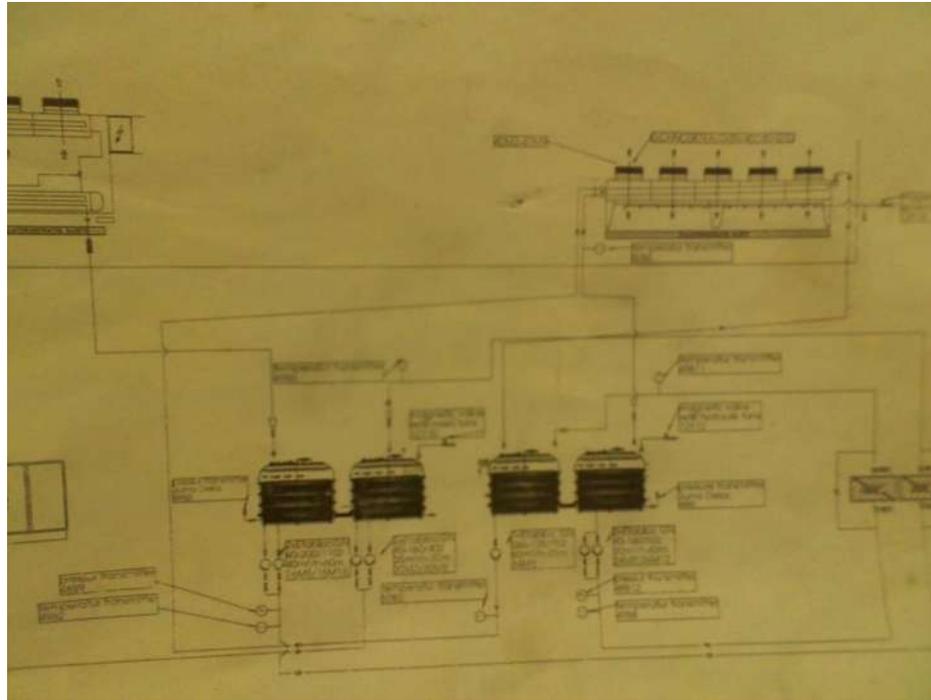
*La problemática presentada por esta empresa fue en buscar una mejor eficiencia en su sistema de refrigeración, ya que es de vital importancia para su producción. Anteriormente contaban con un equipo que debido a la creciente producción y aumento de maquinaria ya no abastecía el requerimiento necesario para la empresa y con los planes de expansión de la empresa se consideró un equipo adicional al sistema anterior el cual contaba con un panel de control por medio de plc simantic 7 de marca siemens y un sistema de control de motores en la marca danfoss los cuales son equipos variadores de frecuencia, que son utilizados para controlar la velocidad de motores y así poder regular la presión de la red del sistema.*

*El trabajo consistió en el desembarque, montaje e instalación del equipo, para cual se comenzó con la planeación.*

*la instalación de equipos consistía en un chiller marca iks, el cual tiene 10 unidades de refrigeración forzada por ventiladores, motores síncronos de 2hp a 440v, un tablero de control, 5 bombas, (2 de 11.8kw, 1 de 10kw y 2 de 8kw), así como la instalación de los diferentes transductores de presión y temperatura para mediciones y control del sistema.*

*El trabajo consistía desde la alimentación principal del sistema en la subestación con el cálculo de calibre de la alimentación del nuevo sistema de control, elaboración del nuevo sistema hidráulico, y el enlace hidráulico de ambos sistemas, instalación de un nuevo tanque de recuperación de agua, el sistema de purificación de agua, conexión de las bombas, así como sus monitoreó.*

*A continuación, se muestra el plano del diseño del sistema en cual se muestra el arreglo que debe llevar, esto se logró en planeación con el proveedor del equipo en Alemania, con el cual se pasó el levantamiento técnico del actual plano de la planta capacidad e infraestructura del lugar.*



**Figura 23.- Plano de instalación de sistema hidráulico de refrigeración iks.**

*La instalación consistió en documentación técnica y el armado del tablero de control, con la conexión de relevadores, protecciones térmicas, instalación del plc, las fuentes de voltaje y el cableado con apoyo del manual técnico la instalación de los variadores de frecuencia en la marca danfoss modelo aqua y la operación y programación del equipo, con las condiciones iniciales para el arranque. En donde inicialmente se introducen los parámetros de operación rango de frecuencia, voltaje de red, y frecuencia de la alimentación principal.*

*Para la programación se consultó el manual de operación danfoss [1] consultando la sección "instalación del equipo" en donde nos dan las "recomendaciones para la instalación y montaje" así como la preparación del área de trabajo del equipo.*

*En la figura podemos apreciar la descarga del chiller el cual se compone de 8 unidades de ventiladores controlados por un variador de frecuencia.*



**Figura 24.- Descarga de chiller con grúa de 60 ton.<sup>19</sup>**

*En la instalación del equipo se comenzó por el armado del tablero de control nuevo y a la par realizar unas modificaciones para permitir el uso y operación del sistema anterior para mantenerlo trabajando y posteriormente realizar un enlace de ambos sistemas para finalmente dejar fuera el anterior de control (trabajo realizado por personal técnico de Alemania).*



**Figura 25.- Ensamble y conexión de sistema enfriamiento de agua lado derecho, proceso 17°C, lado izquierdo, proceso 27°C.**

en la figura anterior se muestra el sistema de bombeo y las dos cisternas instaladas y enlazadas, la cisterna de lado izquierdo permanece con el sistema de torre de enfriamiento de agua a 17°C y a una presión de 2.5bar a 4bar este control lo realiza el sistema a través de transductores de presión en la marca jumo modelo delos con los cuales se interconectan con los variadores, por medio de una señal analógica, previamente calibrada de fabrica la cual maneja un rango de 4 a 20ma, dentro el sistema de lazo cerrado se pueden apreciar diversos sensores analógicos, como presostatos, termómetros y caudalímetros. Los cuales son conectados al tablero de control a un convertidor analógico digital, esto se realizó para tener un mejor control ya que el plc interno (simantec s7 siemens) maneja entradas digitales cuando no se requiere gran precisión y cuenta con señales analógicas para una gran precisión, si mismo el sistema de lazo cerrado está constantemente en comunicación con los variadores y el plc.

Cabe mencionar que el sistema de seguridad es algo de vital importancia, ya que las presiones son muy peligrosas y muchas ocasiones operan a temperaturas q van de los 60 a 80°C que son temperaturas que pueden llegar a causar daños a una persona o a el equipo en sí mismos, el sistema de protecciones va desde el nivel de tanque, temperatura de salida, de retorno, protección térmica de motores (tk), arranque suave de motores, rampas de amortiguamiento, protecciones termo magnéticas para cada dispositivo con desconexiones instantáneas.



**Figura 26.- Conexión de dispositivos de control**

En la figura 26 podemos apreciar el tipo de relevadores electromecánicos y protección ferromagnética de los motores, así como sus arrancadores de rampa suavizada en la marca siemens serie tesis.

Una vez instalado el equipo tanques, bombas, tablero, sistema de seguridad se continuo con el arranque del sistema apoyados del servicio técnico de iks Alemania.

En la figura 27 se muestra el diagrama de interconexión del variador de frecuencia.

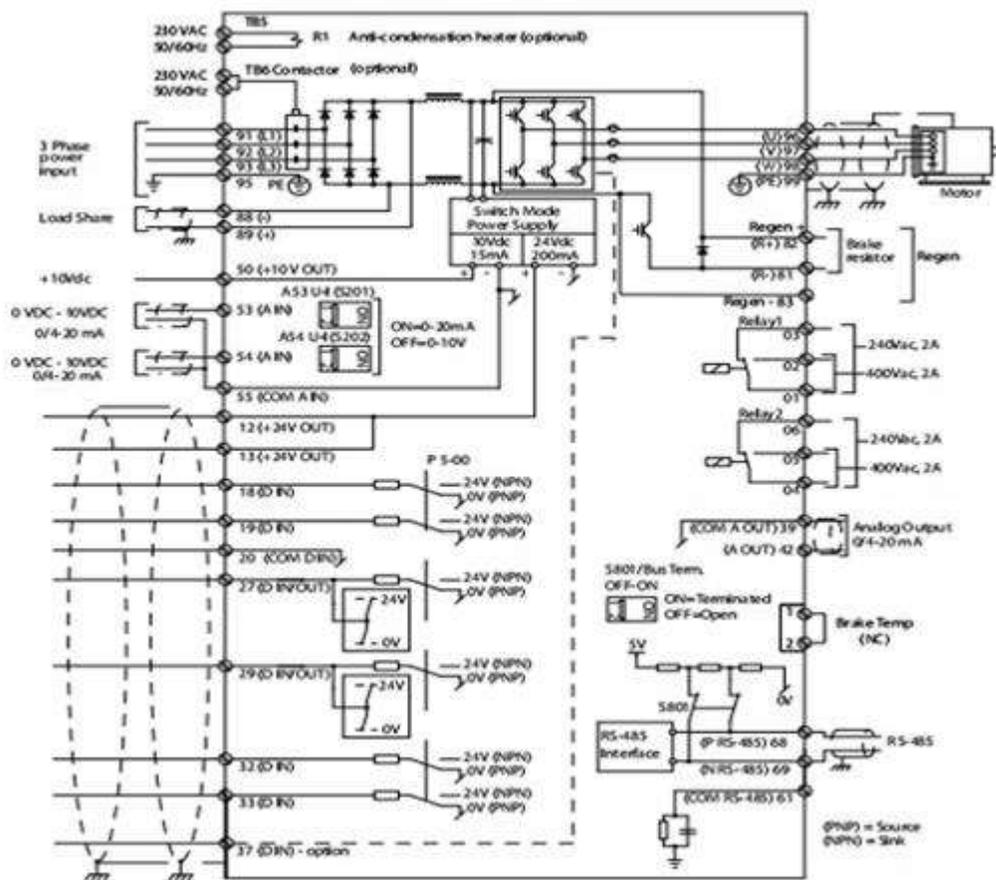
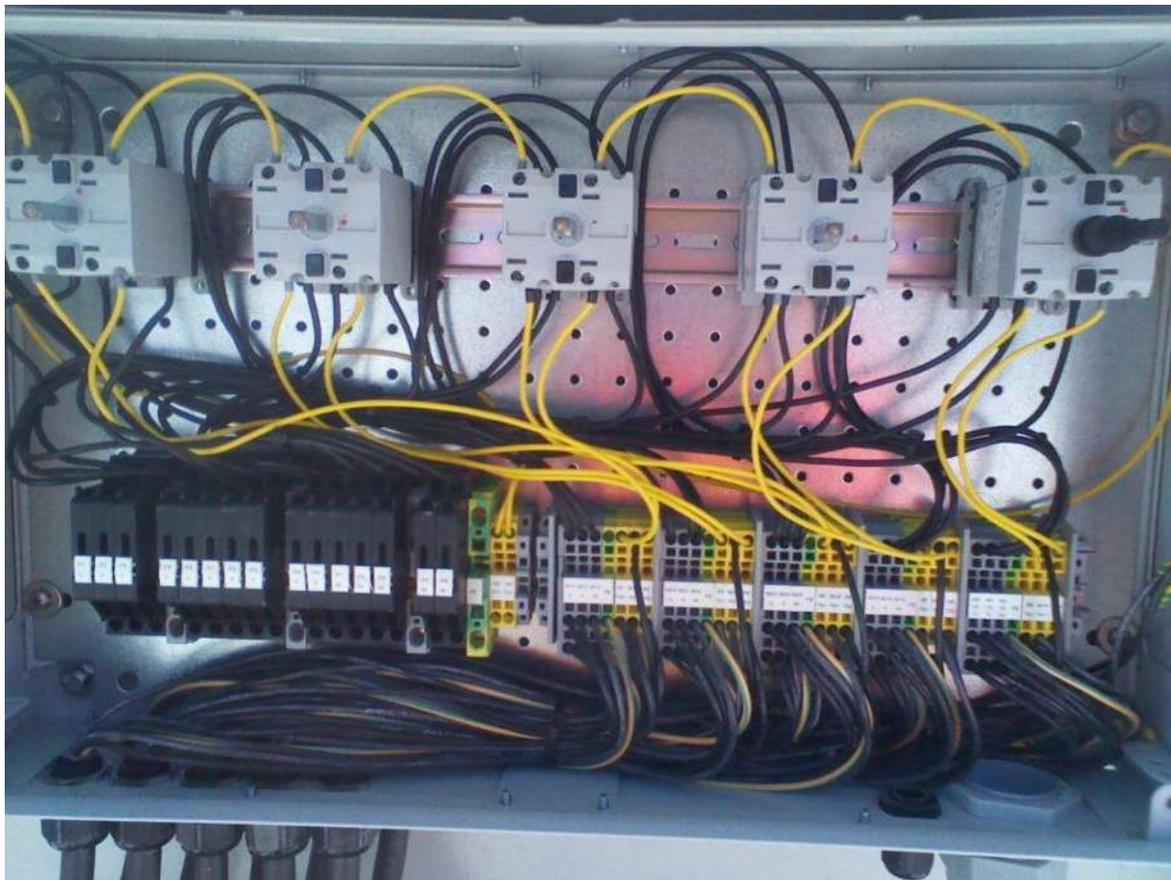


Figura 27.- diagrama eléctrico de variador de frecuencia danfoss aqua<sup>20</sup>

En la Figura 28, se muestra el panel de control de las unidades de refrigeración de los ventiladores del chiller es importante mencionar que la alimentación es trifásica a 440

<sup>20</sup>[http://mcliterature.danfoss.com/webpublish/doc\\_mq21a205.pdf](http://mcliterature.danfoss.com/webpublish/doc_mq21a205.pdf)

volts proveniente de un variador de frecuencia (figura 27) es una manera muy sencilla y compacta de manejar un grupo de varios motores ya que dependiendo de la temperatura de operación va aumentando o disminuyendo la velocidad de motor, el funcionamiento de los motores es en serie paralelo.



**Figura 28.- Tablero de potencia de unidades de chiller (ventiladores).**

A la par de este trabajo se realizó la tubería en pvc cedula (shd) 40 para la instalación se acondiciono el área para interconectar las líneas a través de un bypass, en tubería de 4 y 6 pulgadas, dándole un revestimiento en el exterior para evitar las pérdidas de temperatura o el aumento de la misma por el factor de la exposición a la intemperie.

Finalizado la instalación del sistema de refrigeración, se continuó con instalación de maquinaria de inyección, en la cual se instalaron las siguientes máquinas:

- máquina de inyección engel victory 90t
- máquina de inyección engel cc200 ecodrive 220t

- *máquina de inyección engel cc200 ecodrive 260t*
- *máquina de inyección cc200 victory 160t*
- *máquina de inyección engel duo ecodrive 140t*

*Estas máquinas cuentan con robot modelo viper cc200 el cual se realizó la conexión de interfaz máquina-robot-hombre.*

*El montaje de las máquinas anteriormente mencionadas consistió únicamente en arrastre de las máquinas, y armado de las máquinas estas máquinas en específico cuentan con las siguientes partes:*

- *unidad de cierre, es en donde se encuentra la parte móvil de la máquina en la cual se encuentra la platina fija, en esta parte se monta el molde para realizar el termo formado de la pieza*
- *unidad de inyección, en esta sección de la máquina se encuentra la parte calefactora donde el plástico es fundido e inyectado al molde a alta presión.*

*Y finalmente la parte de control y potencia que es donde se ubica la parte de control eléctrico e hidráulico,*

*Imagen del tablero de control del sistema de refrigeración en proceso de armado:*

## CAPÍTULO 4 WIESAUPLAST DE MÉXICO

### 4.1.- WIESAUPLAST DE MÉXICO.

*Es una empresa de origen alemán, ubicada en la provincia de Wiesau, Alemania inicia la puesta en marcha de la nueva planta en México en el año 2007 marcando una expansión significativa en la historia de Wiesauplast. Por primera vez los productos de Wiesauplast están siendo fabricados fuera del Wiesau, pero a un nivel de los más altos estándares de calidad que es típico para Wiesauplast.*



*Figura 29.- Wiesauplast de México, instalaciones San José Iturbide Guanajuato.<sup>21</sup>*

*Construida sobre terrenos desérticos en las tierras altas de México, y de una estructura similar a la matriz en Wiesau, Wiesauplast de México es proveedor líder en la industria automotriz en la fabricación de partes de repuesto para sistema de frenado, accesorios de booster de frenos, botoneras para tableros de automóviles, pedales para la marca alemana Volkswagen y Audi, fabricante de depósitos para líquidos de frenos y carcasas para tarjetas electrónicas.*

---

<sup>21</sup> <http://www.wiesauplast.com.mx/global-presence.html>

*Situado en el centro de San José Iturbide en el Estado de Guanajuato, a 250 kilómetros al norte de la Ciudad de México y 700 kilómetros de la frontera de Texas (EE.UU.).*

## **4.2.- TÉCNICO DE MANTENIMIENTO**

*“La función principal de un técnico de mantenimiento es la de garantizar y ofrecer soluciones técnicas para la continua operación de los equipos e instalaciones, para la compañía a la cual presta sus servicios.”*

*Como técnico de mantenimiento, se realice tres tipos de mantenimiento:*

- *Mantenimiento Preventivo*
- *Mantenimiento Correctivo*
- *Mantenimiento predictivo*

*Durante el tiempo laborado en wiesauplast desarrolle funciones como técnico especialista de mantenimiento, lo cual consistía en asistir a los equipos realizando además de los mantenimientos preventivos, predictivo y correctivo; se aplicaba también el área de mantenimiento productivo total.*

*Parte de las funciones consistía en dar soporte a máquinas de inyección de plástico, termorreguladores, robots de ejes lineales, sub estación eléctrica y planta contra incendios.*

*Para poder realizar estas labores es necesario tener una noción teórica de los conceptos de mantenimiento, así como la capacitación y entrenamiento en las diversas tareas a desempeñar para complementar el perfil técnico teórico y práctico.*

*Parte de la experiencia necesaria para este sector son:*

- *Electricidad*
- *Electrónica*
- *Hidráulica*
- *Mecánica*
- *Control*

- *Neumática*

*Para poder cumplir con los requisitos durante el tiempo laborado, se recibieron diversas capacitaciones y cursos en las áreas de mayor debilidad. Con lo cual se contó con cursos y entrenamientos: curso de hidráulica básica en la Universidad Tecnológica de Querétaro, curso de hidráulica avanzada por la empresa ENGEL de México, curso mantenimiento de máquinas de inyección en la compañía HAITIAN, curso de operación básica de robots WITTMAN y ENGEL, y curso de programación de PLC siemens “simantec step 7” para modelos s300, s400 y s1200 impartido por la empresa ITA.*

*Adicional a los cursos tomados el apoyo siempre de los manuales técnicos y de servicio de cada equipo son indispensables para poder realizar los trabajos en la manera más óptima y segura.*

#### **4.2.1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

*Son el conjunto de actividades programadas de anticipadamente y encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos por desgaste natural de los equipos.*

*Los beneficios de aplicar el mantenimiento preventivo se ven reflejados en los siguientes puntos:*

- *Cambios innecesarios de elementos mecánicos eléctricos y de cualquier parte que forme parte del equipo.*
- *Problemas iniciales de operación*
- *Coste de inventarios medio*
- *Mano de obra*

*Parte de puntos a considerar ampliamente antes de tener un mantenimiento preventivo eficiente, son los siguientes:*

- *La planificación, se debe de invertir un tiempo considerable en anticipar que partes o elementos son los que sufren mayor daño y/o desgaste propio del uso e inclusive de la poca o inexistente operación.*
- *Definir los elementos objeto de mantenimiento, dar prioridad a los elementos más críticos que pueden ser causa de paros inesperados.*

- *Establecer su vida útil, ya sea en cuantos ciclos de trabajo, kilometraje, horas de servicio, accionamientos en caso de partes mecánicas y desgaste.*
- *Determinar los trabajos a realizar en cada caso, establecer periodos de para revisión, lubricación, limpieza, cambio de partes en movimiento o que sufren desgaste.*
- *Agrupar temporalmente los trabajos este sistema es lento en mostrar resultados, pero una vez que se tiene un esquema de trabajo bien definido, es un excelente medio para tener ahorro en tiempos muertos derivados del mantenimiento correctivo.*

*Un ejemplo de mantenimiento preventivo realizado es el mantenimiento anual de subestación de potencia, esto para garantizar el correcto funcionamiento y suministro de la energía eléctrica, así como las siguientes pruebas:*

- *tensión de aislamiento de transformadores,*
- *par de apriete de tornillería,*
- *fugas o goteras de aceite dieléctrico,*
- *estado de cuchillas y seccionadores,*
- *aisladores de cuchillas inspección visual y medición de conductividad,*
- *lubricación con grasa dieléctrica,*
- *limpieza interior y general,*
- *inspección de puntos calientes (termografías)*



**Figura 30.- Desconexión de alimentadores principales para mantenimiento anual de sub estación**

*En estas maniobras es importante siempre contar con el equipo adecuado de protección, guantes aisladores categoría III hasta 39 750 Vca, guante de carnaza, casco, zapatos con punta de seguridad dieléctricos, pértiga categoría 3, escafandra y traje dieléctrico sin ninguna clase de metal y debe ser de algodón y retardo al fuego. (Norma NFPA-70E la cual nos habla de las recomendaciones para trabajos eléctricos y espacios, así como de riesgos por arcflash y EPP recomendado, y en la Norma Oficial Mexicana NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.)*



***Figura 31.- Ingreso a desconexión de sub estación con EPP y extinguidor de PQS***



**Figura 32.-** Desconexión de sub estación con pértiga tipo escopeta.

*En la figura anterior se realiza el mantenimiento de sub estación es importante siempre tener en cuenta las distancias de seguridad, nunca realizar solo los trabajos y sobretodo garantizar que la ausencia de energía eléctrica antes de realizar cualquier trabajo en el área de trabajo. Esta sub estación es más pequeña que la anterior y no por eso implica que sea menor riesgo el riesgo siempre está latente.*

#### **4.2.2.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

*El mantenimiento predictivo evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no el equipo, lo cual produce grandes ahorros.*

*El diagnóstico predictivo de maquinaria se desarrolla en la industria en la década que va desde mediados de los ochenta a mediados de los noventa del siglo XX. Actualmente, las filosofías predictivas se aplican en la maquinaria crítica en aquellas plantas que cuentan con una gestión optimizada de sus activos. El mantenimiento basado en la condición optimiza al mantenimiento preventivo de manera que determina el momento preciso para cada intervención en los activos industriales.*

*El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo.*

*Desde el punto de vista técnico, una actividad de mantenimiento será considerada como predictiva siempre que se den ciertos requisitos:*

- *La medida sea no intrusiva, es decir, que se realice con el equipo en condiciones normales de operación.*
- *El resultado de la medida pueda expresarse en unidades físicas, o también en índices adimensionales correlacionados.*
- *La variable medida ofrezca una buena repetitividad.*
- *La variable predictiva pueda ser analizada y/o parametrizada para que represente algún modo típico de fallo del equipo, es decir, ofrezca alguna capacidad de diagnóstico.*

*Desde el punto de vista organizativo, un sistema de gestión de mantenimiento será predictivo siempre que:*

- *La medida de las variables se realice de forma periódica en modo rutina.*
- *El sistema permita la coordinación entre el servicio de verificación predictiva y la planificación del mantenimiento.*
- *La organización de mantenimiento (planificación, taller) y la de producción (operación) esté preparada para reaccionar ante la eventualidad de un diagnóstico crítico.*

*Actualmente, se pueden encontrar en el mercado sistemas de diagnóstico predictivo en continuo de bajo costo y altas prestaciones que reducen considerablemente los costes de explotación de los sistemas de mantenimiento predictivo basados en vibraciones.*

*En las máquinas muy críticas que requieren una supervisión con intervalos cortos entre medidas es más rentable instalar sensores de vibración fijos en las máquinas y sistemas de monitorizado en continuo, los cuales miden y procesan parámetros indicadores de los modos de fallo habituales.*

*Las modernas redes informáticas tejidas por las plantas industriales pueden trasladar la información desde las máquinas hasta los analistas que interpretan estos datos. Los sistemas de medida de parámetros de supervisión en continuo reducen los costes de operación de los sistemas predictivos y aumentan en gran medida su fiabilidad, al generarse abundante información de gran calidad a un coste mínimo.*

*Las técnicas predictivas de mayor implantación son:*

- *análisis de vibraciones,*
- *inspecciones infrarrojas,*
- *análisis de aceites,*
- *detección de ultrasonidos,*
- *análisis de motores eléctricos*

*Cada una de estas técnicas tiene su aplicación en la detección y diagnóstico de un conjunto determinado de fallos. Cuando dos o más técnicas permiten el diagnóstico de un mismo fallo, se comportan como complementarias y aumenta la fiabilidad del diagnóstico. El análisis de vibraciones es la técnica que aporta más información sobre el estado de la maquinaria rotativa, por lo que ésta suele ser la técnica principal sobre la cual se apoyan la mayoría de los departamentos de mantenimiento predictivo de las plantas industriales.*

*Un error muy frecuente es considerar que el análisis de vibraciones es la única técnica predictiva aplicable en un plan de mantenimiento predictivo y se menosprecian otras técnicas que son también de gran utilidad.*

*El registro de datos objetivos en las inspecciones periódicas genera la información necesaria para crear los informes predictivos, los cuales indican qué equipos deberán intervenir y con qué prioridad y plazo.*

*Para alcanzar el éxito en la implantación de un plan predictivo se han de tener en cuenta los siguientes puntos:*

- *Conseguir que el mantenimiento predictivo se considere estrategia de empresa.*
- *Diseñar un plan para dimensionar los recursos necesarios para implantar con éxito la estrategia predictiva.*

- Documentar en unidades económicas los ahorros obtenidos por el cambio de estrategia.
- Si en un año no se han conseguido resultados satisfactorios, tomar las acciones correctivas necesarias.
- Siempre es más sencillo acertar a la primera si nos dejamos aconsejar por expertos.

*El mantenimiento predictivo se debe aplicar en aquellas máquinas en las cuales se puedan definir unos indicadores de modos de fallo y se realicen inspecciones de supervisión periódicas que alerten de las necesidades de mantenimiento sobre estos activos<sup>22</sup>.*



**Figura 33.- Panel de control máquina ENGEL CC90**

---

<sup>22</sup>La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial <http://www.preditec.com>  
[http://virtual.senati.edu.pe/pub/MCPP/Unidad03/CONTENIDO\\_TEMATICO\\_U3\\_PLATAFORMA\\_M2.pdf](http://virtual.senati.edu.pe/pub/MCPP/Unidad03/CONTENIDO_TEMATICO_U3_PLATAFORMA_M2.pdf)

*Parte de este mantenimiento consistía en revisar los equipos que pudieran presentar calentamientos riesgos por cables flojos o sueltos, no aislados, mediciones eléctricas, inspecciones por fugas, vibración de motor, rechinidos en partes mecánicas, etc...*



**Figura 34.- Tablero de control Robot RC90 ENGEL**

*Un ejemplo de aplicación de mantenimiento predictivo en este caso se aplicaba a todos los equipos pero con mayor frecuencia a equipos de más de 10 años de antigüedad, los cuales ya representaban una pérdida crítica para los proyectos de la compañía con los cuales se tenía que seguir un plan al realizar el mantenimiento preventivo se realizaba a la par un*

*mantenimiento predictivo y de ser posible se realizaban las reparaciones al momento de intervenir el equipo, esto claro siempre y cuando estuviera fuera de operación*



**Figura 35.- Limpieza y ordenamiento de tablero robot RC90 ENGEL**

*Parte de la importancia del mantenimiento es que en este tipo de trabajos podemos detectar posibles fallas y corregirlas a tiempo cumpliendo con la finalidad de los mantenimientos preventivos y predictivos, con la limpieza y ordenamiento de los equipos podemos identificar a futuro con mayor velocidad las posibles fallas que puedan surgir.*



*Figura 36.- Tablero después de colocar el panduit y retirar los servodrive*



*Figura 37.- Ventilador con exceso de polvo lo cual se refleja en calentamiento y mala circulación de aire*



*Figura 38.- Panel limpio y ventiladores libres de polvo, así como las tarjetas*



*Figura 39.- Colocación de servodrivres moog.*

### **4.2.3.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

*Se denomina mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.*

*Históricamente es el primer concepto de mantenimiento y el único hasta la Primera Guerra Mundial, dada la simplicidad de las máquinas, equipamientos e instalaciones de la época “El mantenimiento era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado...”*

*Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo.*

*Este tipo de mantenimiento es muchas veces consecuencia de una aplicación incorrecta de los dos anteriores y es el más costoso, ya que muchas veces ocasiona paros de equipos y genera altos costos en refacciones, producción y reacciones en cadena causando paro de líneas de ensamble y esto sin contar el riesgo latente que puede llegar a representar para los operarios de los equipos.*

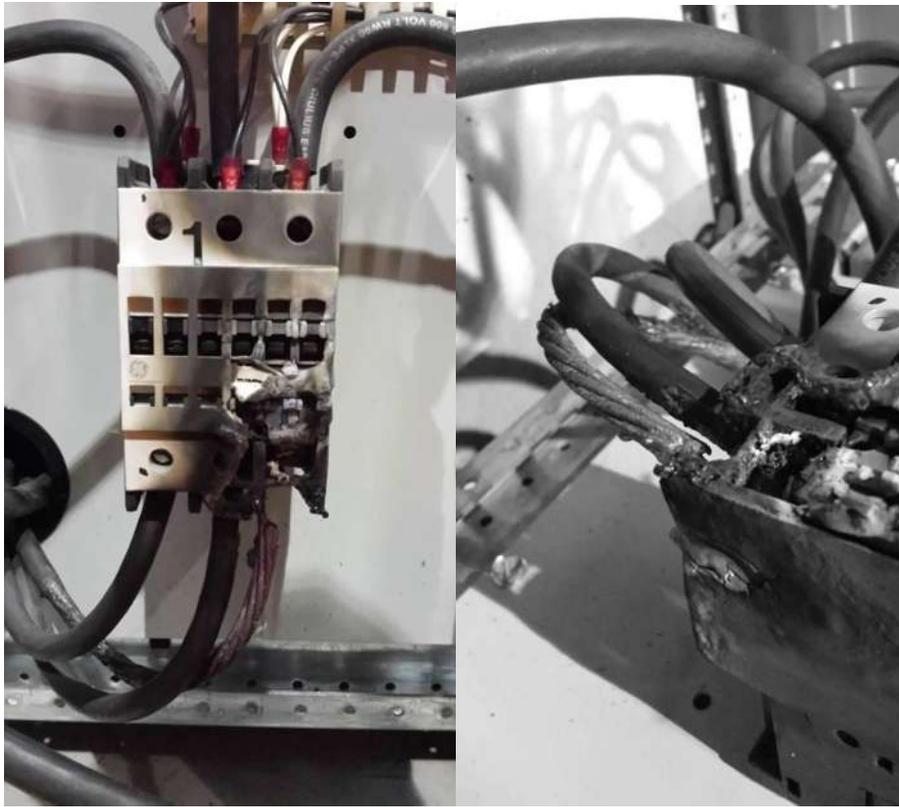
*El mantenimiento correctivo se divide a su vez en dos categorías:*

- *Mantenimiento correctivo no planificado:*

*Si se presenta una avería imprevista, se procederá a repararla en el menor tiempo posible para que el sistema, equipo o instalación siga funcionando normalmente sin generar perjuicios; o, se reparará aquello que por una condición imperativa requiera su arreglo (en caso que involucre la seguridad, o por peligro de contaminación, o por la aplicación de normas, etc.)*

*El mantenimiento correctivo resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente en componentes electrónicos o en aquellos donde no es posible prever fallas, y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.*

*Equipos en funcionamiento que tiene cierta antigüedad. En estos casos puede suceder que la falla se presente en forma imprevista, y por lo general en el momento menos oportuno, debido justamente a que el equipo es exigido por necesidad y se le requiere funcionando a pleno.*



**Figura 40.- Relevador de potencia banco de capacitores**

*Un inconveniente en este tipo de mantenimiento es que debe preverse un capital inmovilizado y disponible para las piezas y elementos de repuesto, visto que la adquisición de los mismos puede no ser resuelta con rapidez, y requiere de una gestión de compra y entrega que no coincide con los tiempos reales para poner en marcha nuevamente los equipos en el más corto tiempo posible, con el agravante que puedan ser piezas discontinuadas, importadas o que ya no se fabriquen más.*

*Para efectuar el mantenimiento correctivo se designa al personal calificado para resolver el problema de inmediato y con la mayor solvencia profesional. Por lo general el personal para este tipo de mantenimiento se agrupa en cuadrillas.*

- *Mantenimiento correctivo planificado:*

*El mantenimiento correctivo planificado prevé lo que se hará antes que se produzca el fallo, de manera que cuando se detiene el equipo para efectuar la reparación, ya se dispone de los repuestos, de los documentos necesarios y del personal técnico asignado con anterioridad en una programación de tareas.*

*Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.*

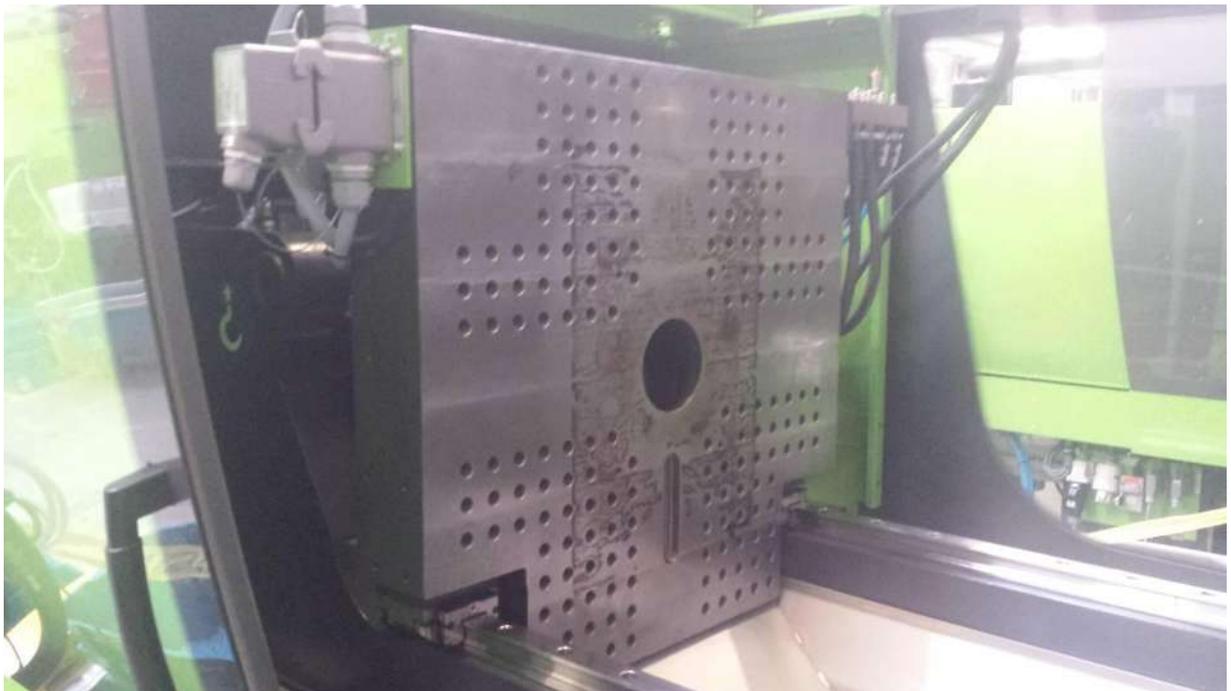
*Este tipo de mantenimiento difiere del no planificado en que se evita ese grado de apremio del anterior, porque los trabajos han sido programados con antelación.*

*Para llevarlo a cabo se programa la detención del equipo, pero previo a ello, se realiza un listado de tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para realizar toda reparación, recambio o ajuste que no sería factible hacer con el equipo en funcionamiento.*

*Suele hacerse en los momentos de menor actividad, horas en contra turno, períodos de baja demanda, durante la noche, en los fines de semana, períodos de vacaciones, etc.*

#### **4.2.4.- EJEMPLOS DE REPARACIONES Y MANTENIMIENTOS**

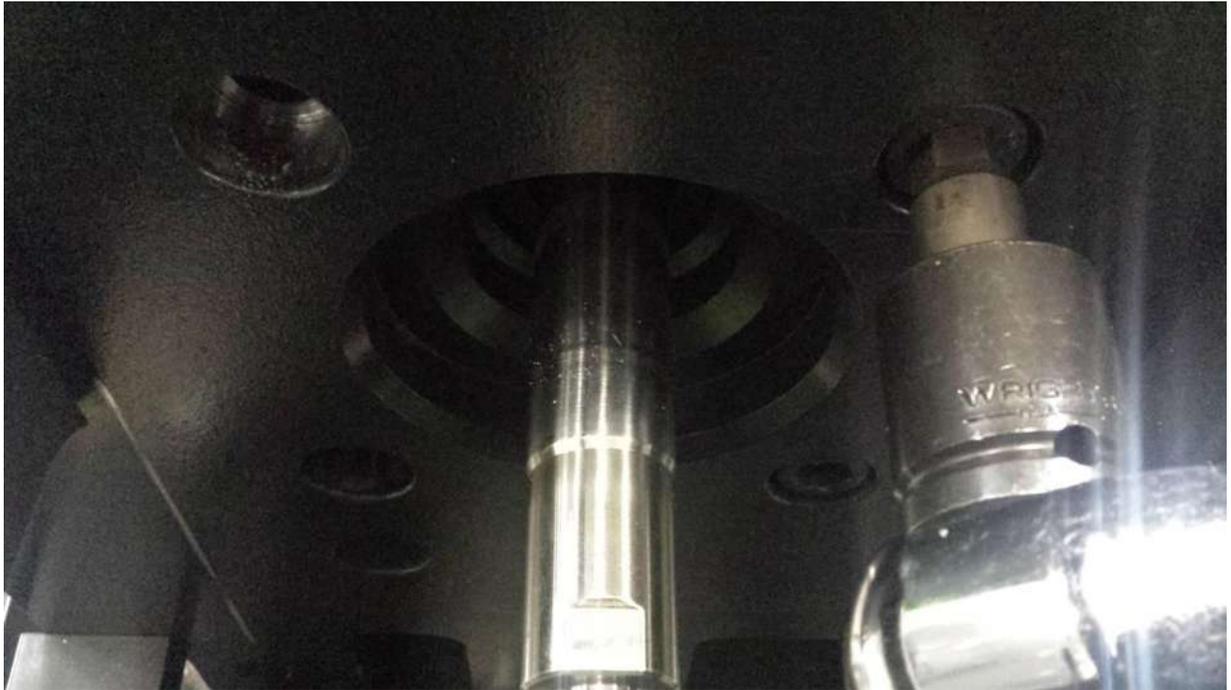
*Cambio de sellos; Parte del mantenimiento correctivo consistía en reparar fugas detectadas en los mantenimientos predictivos y preventivos en las máquinas de inyección.*



**Figura 41.- Prensa de máquina de inyección ENGEL VC130T**

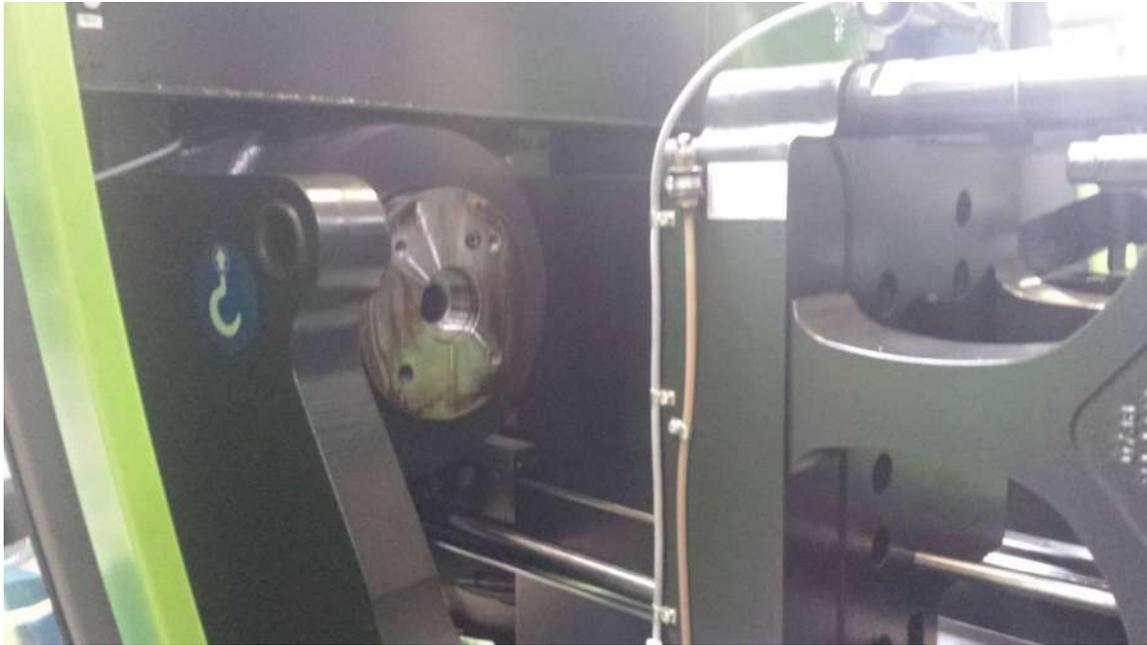
*En la máquina mencionada se realizará el cambio de sellos de expulsor, para el cual lleva una preparación, como la colocación de candado de seguridad (sistema LOTO lock out, tag out)*

*Realizado el bloqueo y candado se separa la platina del cilindro de cierre de máquina como se muestra en la figura siguiente.*

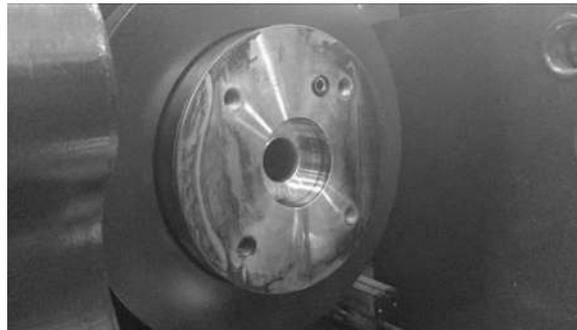


***Figura 42.- Desacople de placa de botado de prensa y eyector***

*En la figura se observan residuos de óxido en cilindro de cierre, así como en la parte de acople de la prensa para lo cual se realiza una limpieza.*



**Figura 43.- Platina desacoplada**



**Figura 44.- Detalle de óxido en prensa y cilindro de cierre**



**Figura 45.-Prensa y cilindro después de la limpieza.**

*Realizada la limpieza se llevó a cabo el cambio de sellos esto para eliminar la fuga de aceite y el mal funcionamiento, el cual debido a la pérdida de aceite se veía reflejado en un mal control de posición del expulsor.*



**Figura 46.- Sellos de barril cambiados**

*Para el cambio de sellos nos apoyamos del diagrama de despiece mecánico el cual nos indica las posiciones de los elementos de recambio.*



**Figura 47.- Cambio de sellos de vástago**



**Figura 48.- Cambio de sellos y o-ring de vástago y barril finalizado**

Finalizado el procedimiento se rearma el equipo y se realizan pruebas para asegurar el trabajo, para esto debemos de realizar una documentación gráfica como la mostrada anteriormente y una orden de trabajo para tener un historial de cada intervención de los equipos.

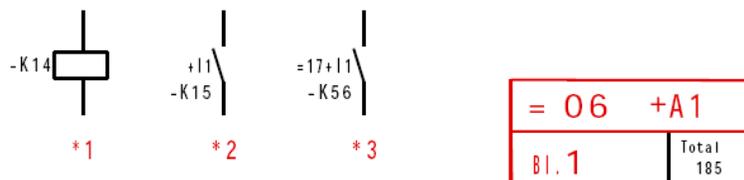
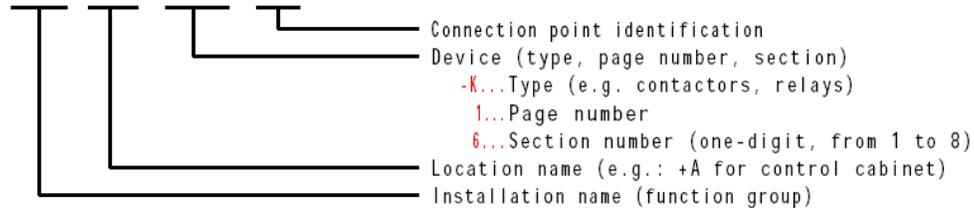
Diagnóstico de falla de máquina; la siguiente falla se presenta en producción de una máquina ENGEL VC400T la cual según la descripción del usuario comenzó, esta trabajaba correctamente hasta que de pronto paro súbitamente mostrando muchas fallas en la pantalla de ayuda, al revisar la máquina se encontró con protecciones del circuito de 24Vcd accionadas por lo cual se realiza el procedimiento de bloqueo y candado de máquina para comenzar los trabajos en el tablero eléctrico.

Realizado el candado se revisa en plano eléctrico de máquina el circuito en cuestión, para esto cada elemento del equipo cuenta con una etiqueta la cual nos indica una dirección, es decir una instalación, numero de página y tipo de elemento.

The marking of the electrical schematics and devices is carried out according to IEC 1346-1

The Device Identification (DID) is divided into marking blocks and their signs.

=06 +A1 -K16 :13



- \*1... Complete DID: =06+A1-K14; installation and location are not displayed as they are identical with the title block.
- \*2... Complete DID: =06+I1-K15; location is displayed as it is deviating from the title block.
- \*3... Complete DID: =17+I1-K56; installation and location are displayed as they are deviating from the title block.

Figura 49.- Lectura de diagramas amperímetros



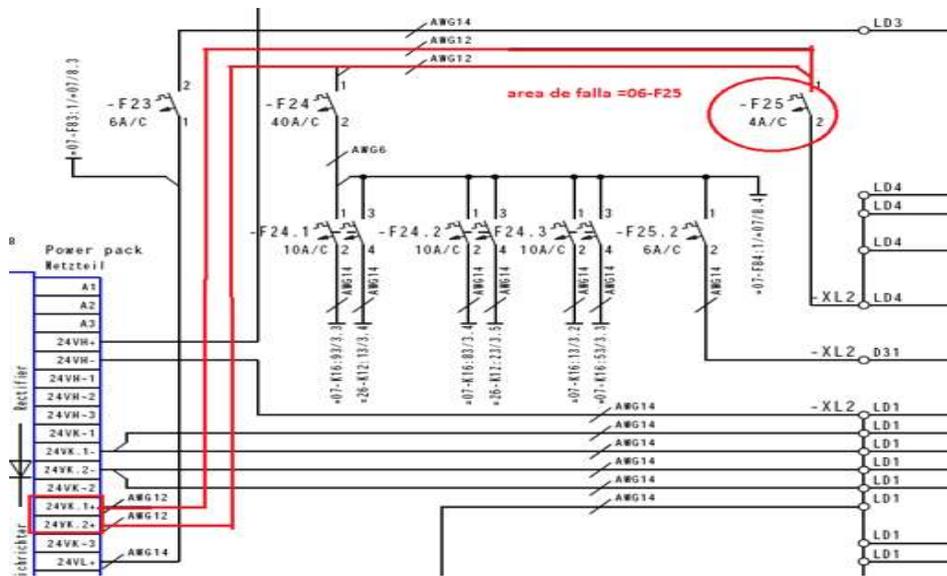


Figura 51.- Detalle de instalación de falla<sup>24</sup>

Si siguiendo la línea llegamos hasta el módulo de entradas y salidas digitales la cual revisamos desconectando los plug de cada entrada y salida y verificando que no estuviesen conectados a tierra.

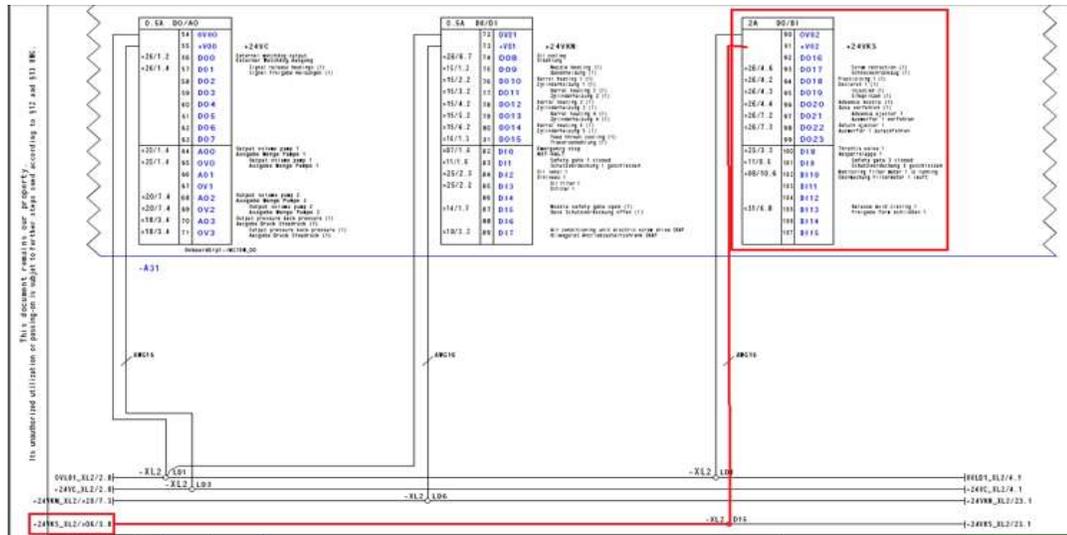


Figura 52.- Tarjeta de entradas salidas digitales -A35<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Technical Manual Machine VC. ENGEL AUSTRIA GmbH A-4311 Schertberg Versión G/11/32/1/34

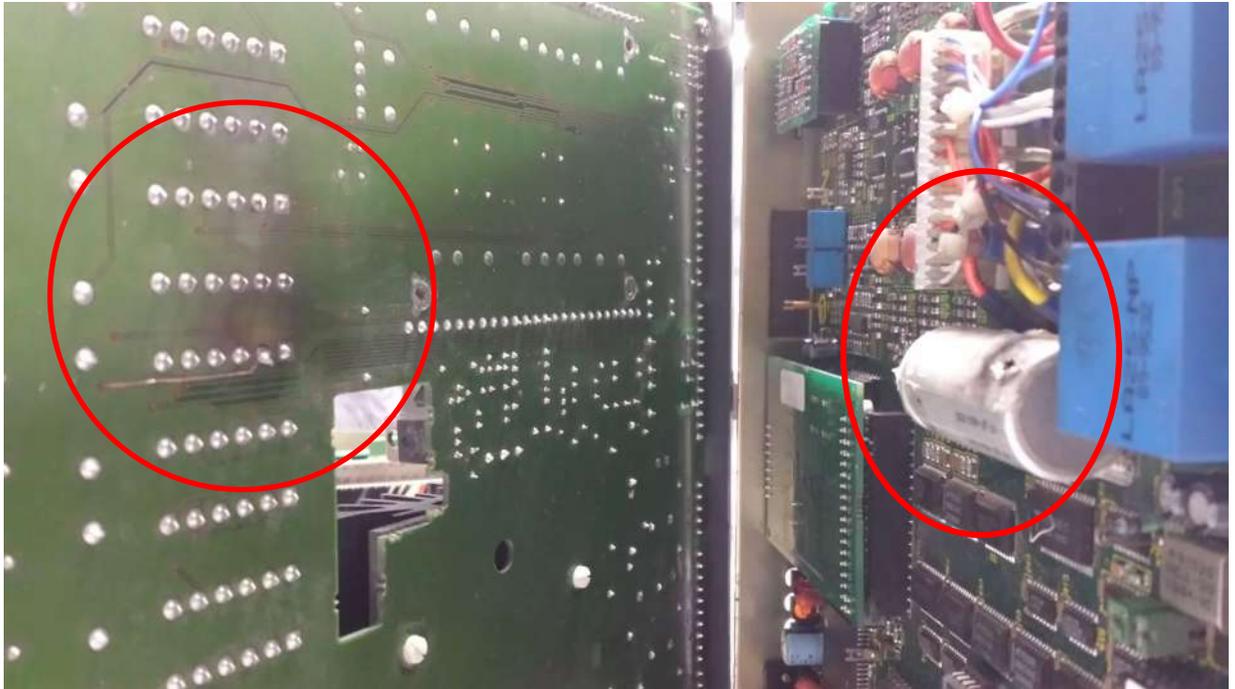
<sup>25</sup> Technical Manual Machine VC. ENGEL AUSTRIA GmbH A-4311 Schertberg Versión G/11/32/1/34

En la tarjeta de entradas salidas digitales podemos observar que existen varios elementos con los cuales puede causar la falla ya sea un corto circuito o una sobrecorriente.

2A	DO/DI		
	90	OV02	
	91	+V02	+24VKS
	92	D016	
=26/4.6	93	D017	Screw retraction (1) Schneckenrückzug (1)
=26/4.2	94	D018	Plasticizing 1 (1) Dosieren 1 (1)
=26/4.3	95	D019	Injection (1) Einspritzen (1)
=26/4.4	96	D020	Advance nozzle (1) Düse vorfahren (1)
=26/7.2	97	D021	Advance ejector 1 Auswerfer 1 vorfahren
=26/7.3	98	D022	Return ejector 1 Auswerfer 1 zurückfahren
	99	D023	
=25/3.3	100	DI8	Throttle valve 1 Absperrklappe 1
=11/8.6	101	DI9	Safety gate 3 closed Schutzverdeckung 3 geschlossen
=08/10.6	102	DI10	Monitoring filter motor 1 is running Überwachung Filtermotor 1 läuft
	103	DI11	
	104	DI12	
=31/6.8	105	DI13	Release mold closing 1 Freigabe Form schließen 1
	106	DI14	
	107	DI15	

Figura 53.- Falta Titulo

Una vez descartada la revisión de los puntos de conexión de la DO16 a la DO23 y de la DI8 a la DI15 se retira la alimentación de la tarjeta y se energiza el circuito para comprobar la corrección de la misma, una vez verificado esto y descartado el daño o el corto persistente se realizó la revisión de la tarjeta la cual se encontró dañada.



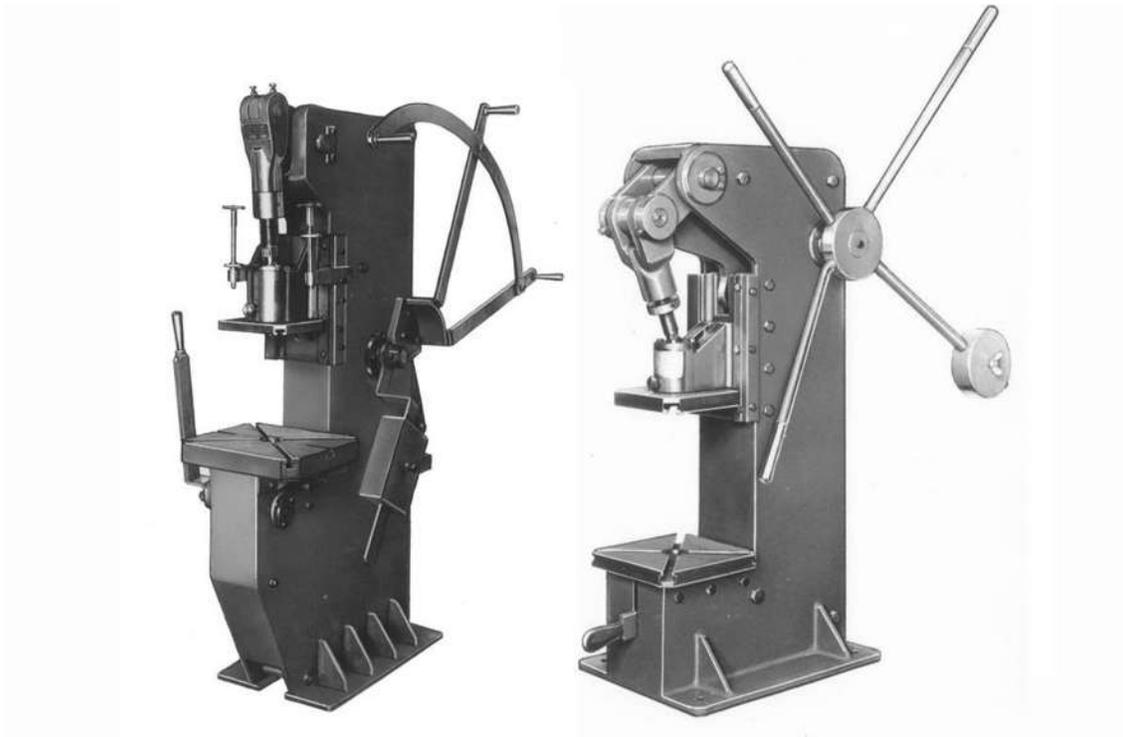
**Figura 54.- Tarjetas dañadas debido a una mala colocación y la vibración de los equipos**

*En este tipo de fallas muchas de las veces no es recomendable realizar reparación de los elementos, debido a que esto puede traer consecuencias graves en el funcionamiento de las maquinas, y pone en riesgo la seguridad del operador y compromete más elementos del equipo.*

## CAPÍTULO 5 ENGEL DE MÉXICO.

### 5.1.- ENGEL DE MÉXICO

*Engel fue fundada en 1945 por Ludwin Engel patentando su primera máquina de moldeo por inyección de plástico, para 1952 sale al mercado la primera máquina de moldeo de la marca ENGEL.*



**Figura 55.- Prensa de moldeo por inyección 1948<sup>26</sup>**

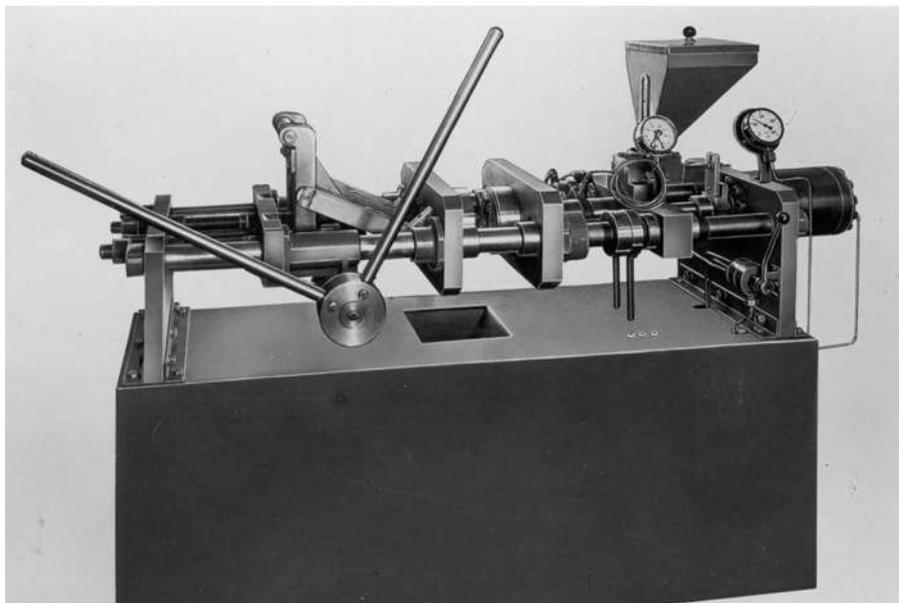
---

<sup>26</sup> <https://www.engelglobal.com/es/mx/empresa/historia-de-la-empresa.html>

*Para 1968 se introduce el mando electrónico como estándar para todas las máquinas de inyección, para el año de 1991 se inician operaciones de centro de servicio, ventas refacciones y showroom en la ciudad de Querétaro México.*

*En la actualidad la compañía proporciona servicio técnico en todo México y centro y sur América, cuenta con muchos clientes en su mayoría del sector automotriz, unos de los principales clientes son LEGO, Mobis, Valeo, varroc, kia motors, mahle filtraciones, mahle behr, bic, entre muchos más.*

*Como Ingeniero de servicio técnico desempeño funciones como ensamble de maquinaria, automatización, instalación de interfaces para periféricos, entrenamientos, asesoría a cliente, actualizaciones de software, integración de nuevas tecnologías, reparación y puesta en servicio de máquinas nuevas y modelos viejos controladores cc88 hasta cc300.*



**Figura 56.- Máquina de moldeo por inyección de plástico 1947<sup>27</sup>**

---

<sup>27</sup> <https://www.engelglobal.com/es/mx/empresa/historia-de-la-empresa.html>



*Figura 57.- Máquina de moldeo por inyección e-DUO<sup>28</sup>*

## **5.2.- ENSAMBLE MÁQUINA**

*El proyecto consistió en ensamble y puesta en servicio de 6 máquinas en un tiempo de 3 meses, estas máquinas implicaron un reto debido al gran tamaño, cada equipo pesa aproximadamente 200 toneladas, por lo cual estas son enviadas a México vía marítima y totalmente desarmadas, el ensamble consiste en lo siguiente:*

### *Etapas 1*

- *Desembarque*
- *Preparación del área y trazo de líneas para ubicación de máquina de acuerdo a plano de la planta*
- *Inicio de ensamble unidad de cierre*
- *Ensamble de guardas y tapetes de seguridad*
- *Nivelación de unidad de cierre*

### *Etapas 2*

- *Conexiones hidráulicas y montaje de blocks hidráulicos*

---

<sup>28</sup> <https://www.engelglobal.com/es/mx/empresa/historia-de-la-empresa.html>

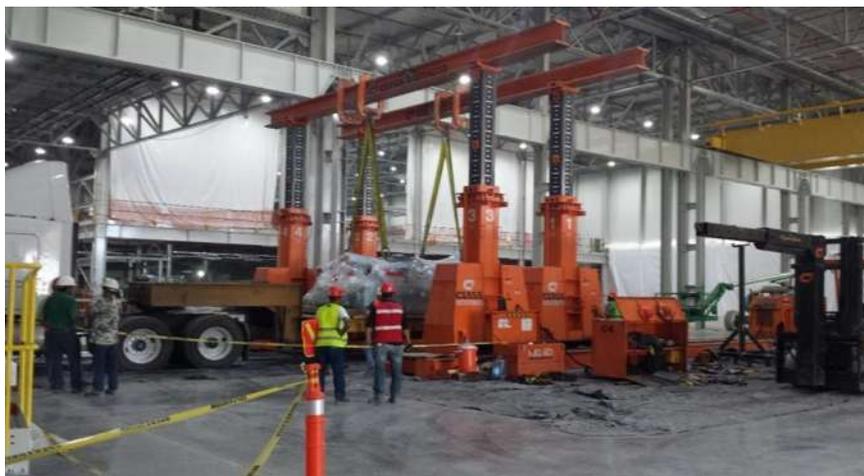
- *Acoplamiento de unidad de inyección*
- *Nivelación de unidad de inyección*
- *Instalación eléctrica y conexión de dispositivos*
- *Inspección de sistema eléctrico y circuito de paro de emergencia y seguridades.*

### *Etapa3*

- *Puesta en marcha de equipo*
- *Aireado de sistema hidráulico y calibraciones (bombas, transductores de presión, válvulas de seguridad y alivio, transductores de carrera)*
- *Verificación de nivelación, centralidad y paralelismo*
- *Montaje de molde formación de fuerza de cierre y marcha en seco*
- *Entrega a cliente*

## **5.2.1.- DESEMBARQUE DE MÁQUINA Y ENSAMBLE.**

*El desembarque es una maniobra que consiste en bajar los equipos de las plataformas del transporte en el que llegan, colocarlas en un lugar asignado normalmente por el cliente. Posterior a la descarga del equipo se realiza una inspección visual para descartar algún daño; finalizada la inspección se retiran todos los empaques y dispositivos de sujeción.*



**Figura 58.- Descarga de máquina de inyección**

*La parte de la maniobra corre por parte de un equipo de maniobristas los cuales proporcionan el equipo necesario para el peso y dimensiones de máquina, estas operaciones requieren de una alta seguridad, que implica la revisión de equipos y herramientas, como las eslingas, grilletes, y equipos de carga.*

*Después de la descarga del transporte, y el desempaque de del equipo se realiza el posicionamiento en el lugar comenzando por el marco de la máquina, de esto depende la ubicación final de la máquina en donde un milímetro es importante, esto es porque en estas máquinas en especial y debido al tonelaje esto se vuelve crítico y de suma importancia, esto se puede apreciar en la figura 59 en donde se muestran 2 máquinas una en un avance del 60% y la otra el únicamente el marco que es la base de la IMM en estas máquinas se usara un sistema llamado QMC (mold quick change del inglés cambio rápido de molde).*



**Figura 59.- Colocación de marco IMM**

*En este sistema se instala una mesa intermedia entre ambas maquinas la cual reduce en gran tiempo el cambio de moldes, motivo por el cual la ubicación es importante.*

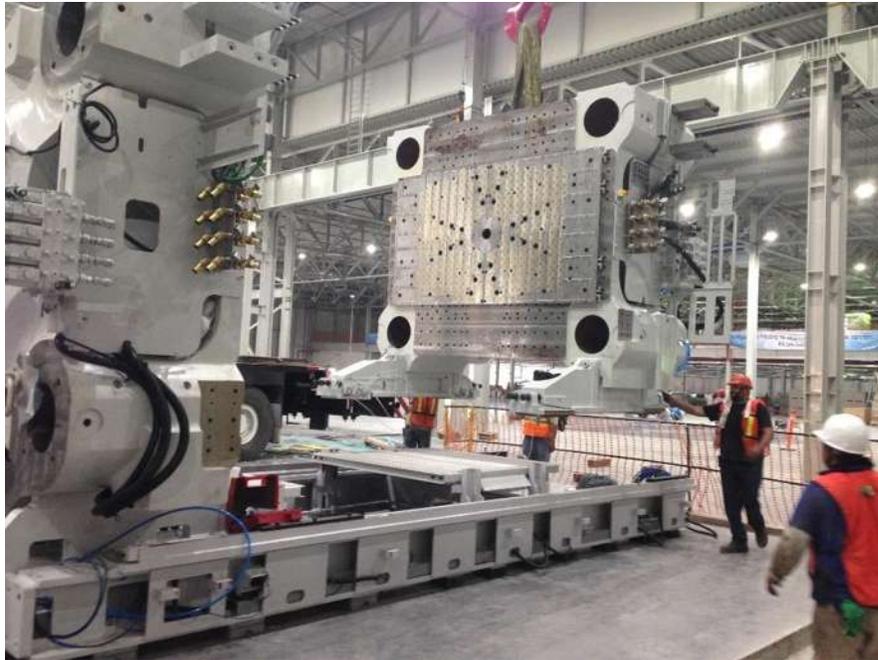


**Figura 60.- Ubicación de marco de máquina.**

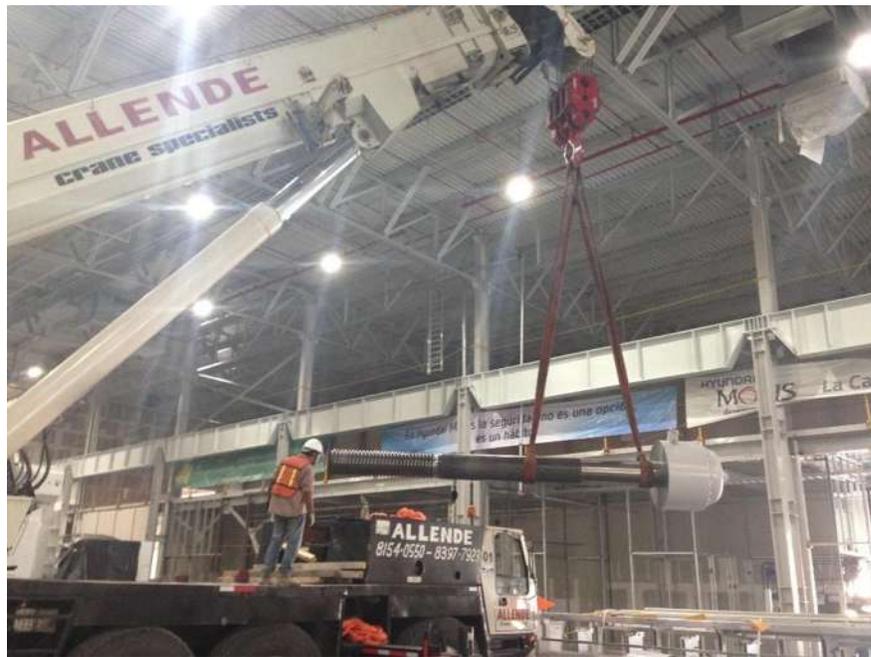
*Una vez ubicado el marco se realiza una pre nivelación de marco esta para prepararlo para recibir las platinas (fija y móvil), para la platina fija no es necesario realizar ningún ajuste previo salvo la nivelación del ya mencionado marco.*

*En esta parte del ensamble se cuenta con el apoyo de un topógrafo para poder garantizar que la altura de ambas IMM sean las mismas, previo a esto como se mencionaba ya tiene una pre nivelación del marco de la máquina. Realizado el montaje de platinas se realiza la nivelación nuevamente de marco y de altura de máquina, para garantizar el paralelismo de máquinas y la máxima eficiencia de la QMC.*

*En cuanto a la platina móvil es necesario realizar un pre ajuste de las correderas la cual se muestran en la figura 63, este ajuste es de vital importancia realizarlo antes de colocar la platina en su lugar, el ajuste debe realizarse para que la altura de la platina sea la adecuada en cuanto a la centralidad y el paralelismo entre platinas de la máquina y así garantizar que no vaya a existir daño en el momento del montaje del molde, y garantizar la misma altura para la QMC.*



**Figura 61.- Colocación de platina móvil**



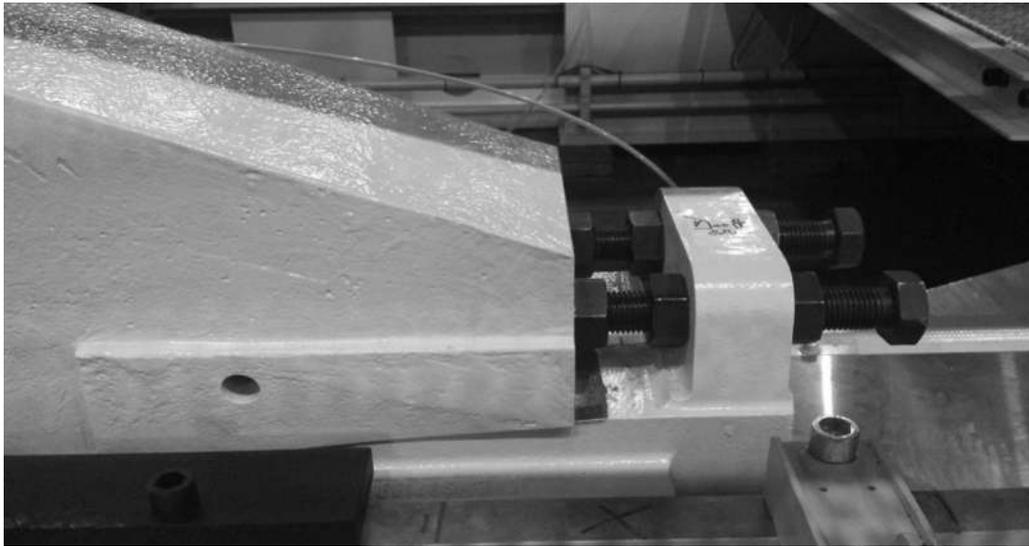
**Figura 62.- colocación de tiebars.**



**Figura 63.- Acople de platinas finalizado**

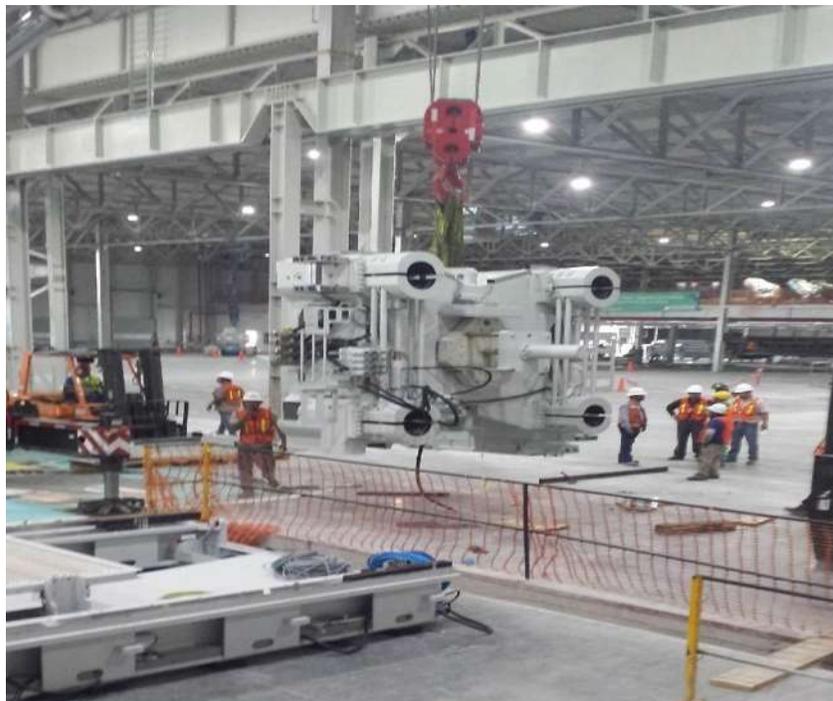


**Figura 64.- Ajuste de altura de correderas**



**Figura 65.- Correderas de platina móvil IMM.**

En la figura 61 se observar el montaje de las platinas la cual tiene un peso de 48 toneladas.



**Figura 66.- Montaje de platina móvil de IMM**

*Realizado el montaje de platinas y la nivelación, se continúa el ensamble de pasillos y estructuras para colocar guardas de seguridad, así como la instalación de sistema hidráulico, blocks de válvulas y mangueras.*



***Figura 67.- montaje de pasillos y estructuras de guardas.***



***Figura 68.- ensamble de estructura de unidad de cierre***



*Figura 69.- Unidad de cierre finalizada en ensamble.*

### **5.2.2.- CONEXIONES HIDRÁULICAS Y ELÉCTRICAS.**

*Concluida la etapa del ensamble mecánico de platinas y estructuras se realiza en paralelo la conexión e instalación de dispositivos eléctricos, paros de emergencia, limit switch de vallado, tapetes de seguridad, motor para puerta eléctrica, tendido de cableado de platinas magnéticas, mangueras para circuito de refrigeración.*



*Figura 70.- Conexión de sistema hidráulico platina móvil parte trasera.*



**Figura 71.- Colocación de unidad de inyección.**

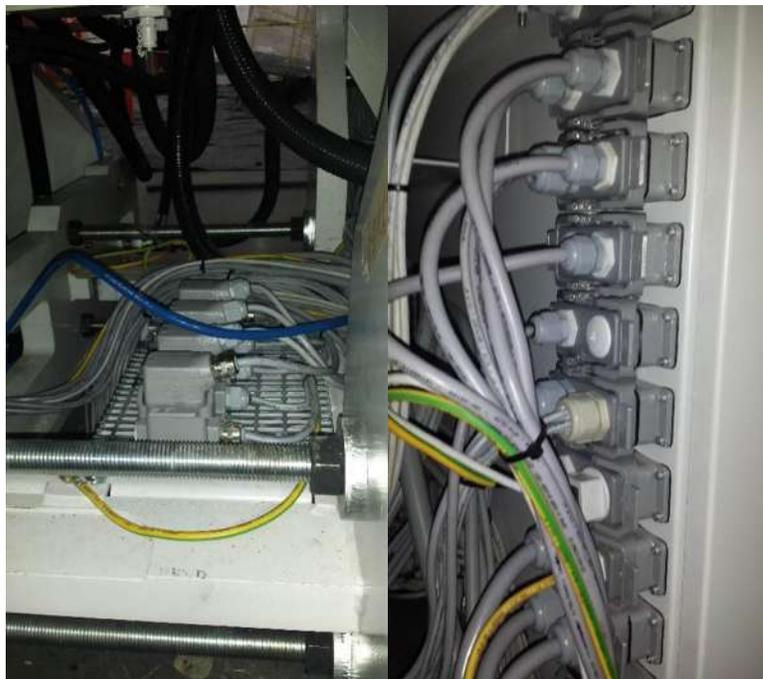
*Después de colocar la unidad de inyección en posición y finalizar el ensamble de la unidad de cierre se coloca el transformador, se realiza el acoplamiento de ambas unidades, conexión de los arneses eléctricos, líneas de aire, mangueras hidráulicas, circuitos de enfriamiento.*



**Figura 72.- Conexión de sistema hidráulico unidad de inyección y unidad de cierre.**



**Figura 73.-** *Instalación de circuitos de refrigeración.*



**Figura 74.-** *Conexión de arnés acoplamiento eléctrico de unidad de inyección y de cierre*



**Figura 75.- Instalación de transformador 75KVA para bandas calefactoras**



**Figura 76.- Instalación de panel de control y Plataforma**



**Figura 77 .-Unidad de mantenimiento bomba de lubricación (izq.), gabinete de control platinas magnéticas (der).**



**Figura 78.- Máquina Finalizada**

### 5.2.3.- ARRANQUE DE MÁQUINA.

Finalizado el ensamble de la IMM se deben realizar ajustes mecánicos, estos ajustes son centrados de platinas y paralelismo.

El centrado de platinas se realiza para garantizar la centralidad de platinas para esto se deben colocar los mandriles de ajuste los cuales son proporcionados en el envío del equipo, este ajuste debe realizarse con el nivel de precisión con rango de 0.01mm/m, la tolerancia permitida es de 0.2mm/m máximo.

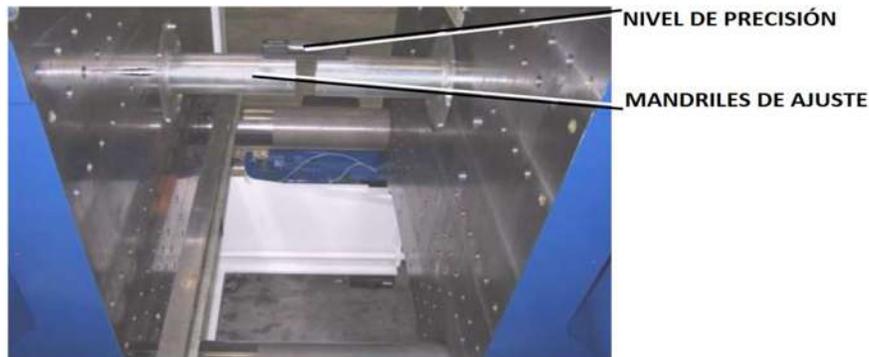


Figura 79.- Centricidad de platinas<sup>29</sup>

Para realizar las correcciones en caso de ser necesarias se deberán ajustar las correderas de la máquina, colocando láminas como se muestra en la figura 80, este proceso se deberá realizar hasta tener el ajuste exacto de centricidad.

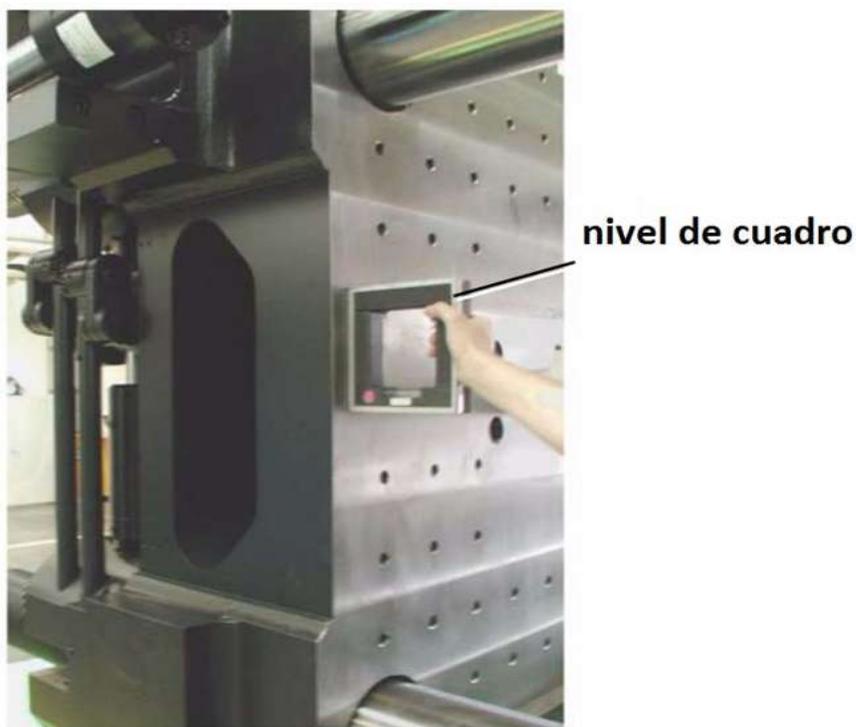


Figura 80.- Ajuste de centricidad de platinas<sup>30</sup>

<sup>29</sup> [https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view\\_unit=10295](https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view_unit=10295)

<sup>30</sup> [https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view\\_unit=10295](https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view_unit=10295)

Después de la centralidad de platinas se debe realizar la verticalidad de platinas, estas deberán realizarse con un nivel de cuadro como se muestra en la figura 80, en este ajuste se tiene una tolerancia de 0.4mm/m.



**Figura 81.- Nivelación de platinas con nivel de cuadro.<sup>31</sup>**

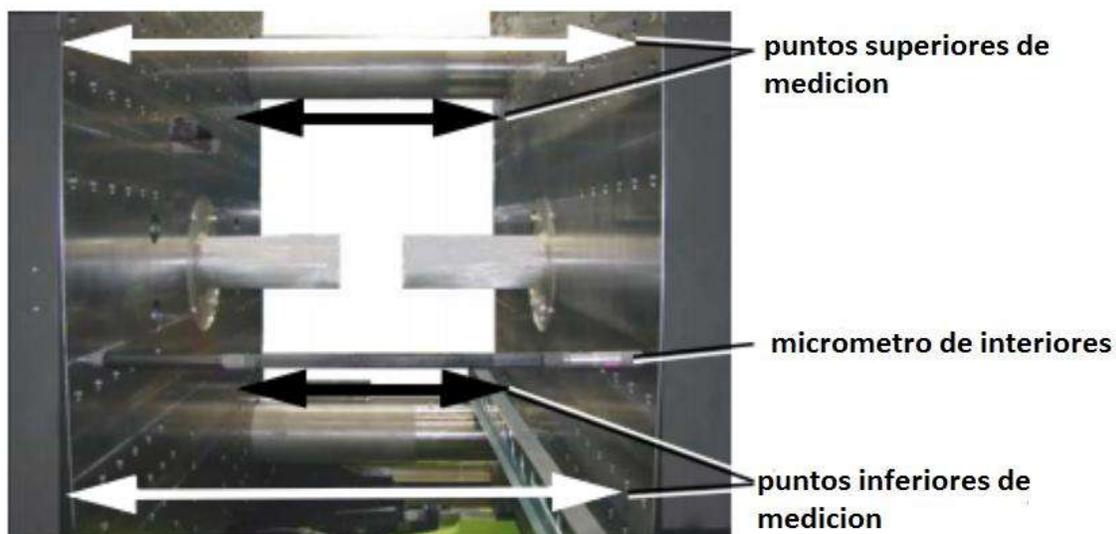
Una vez verificada la nivelación de platinas se realiza el ajuste de paralelismo de platinas para realizarlo se utiliza un equipo de medición llamado micrómetro de interiores, con el cual debemos realizar mediciones en 4 puntos de las platinas, estos ajustes son críticos para garantizar que la máquina este perfectamente recta y paralela.

Las tolerancias permitidas por fabricante para estas desviaciones son las siguientes:

- Máxima tolerancia 0.3 mm (0.0118 in) para máquinas DUO 350 - 600.
- Máxima tolerancia 0.4 mm (0.0157 in) para máquinas DUO 650 - 1700.
- Máxima tolerancia 0.6 mm (0.0236 in) para máquinas DUO 2000 - 5500

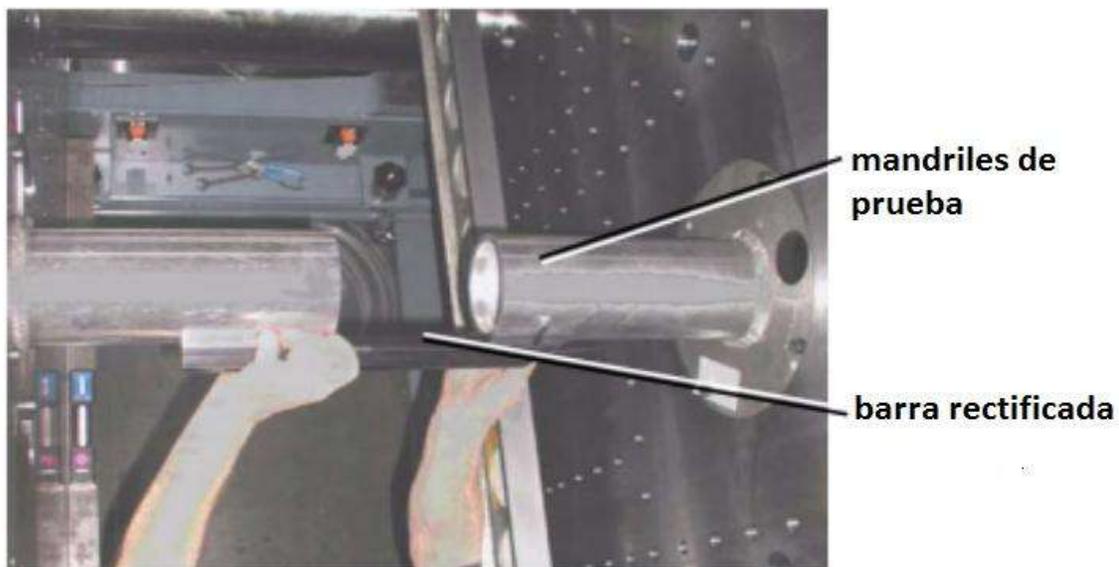
---

<sup>31</sup> [https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view\\_unit=10295](https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view_unit=10295)



**Figura 82.- Puntos de medición paralelismo<sup>32</sup>**

*Después de la verificación del paralelismo, se realiza una inspección de la centricidad de las platinas, y en caso de ser necesario realizar los debidos ajustes.*



**Figura 83.- Verificación de centricidad<sup>33</sup>**

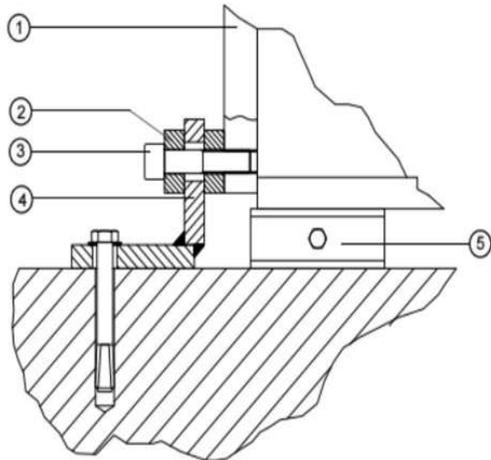
<sup>32</sup> [https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view\\_unit=10295](https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view_unit=10295)

<sup>33</sup> [https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view\\_unit=10295](https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view_unit=10295)

Finalizada la centricidad y paralelismo se realiza el anclaje de máquina, el cual debe realizarse al firme de concreto por medio de anclas mecánicas para evitar desplazamientos ocasionados por la inercia del movimiento de la máquina en operación normal.



**Figura 84.- Anclas mecánicas de máquina**



**Figura 85.- Detalle de anclaje de máquina**

Este anclaje se realiza en la bancada de la unidad de cierre una visión más a detalle de estos anclajes la veremos en la figura 85.

1. Marco de máquina
2. Arandelas o rondanas
3. Tornillos de fijación
4. Soporte de ancla
5. soporte de máquina

*Después de los ajustes mecánicos, se pasa con la inspección del sistema eléctrico, inicialmente verificando la secuencia de fases de la alimentación principal para garantizar el giro correcto de los motores de máquina, realizando la comprobación con un secuenciador de fases.*



**Figura 86.- Secuenciador de fases**

*Antes de realizar cualquier prueba se debe garantizar que el sistema hidráulico este completamente lleno con el aceite adecuado, así como airear las líneas principales de bombas.*

*El procedimiento de aireado de bombas y giro de motor es el siguiente:*

- *desconectar los guarda fusible de la alimentación principal de motores de bombas.*
- *Conectar aisladamente cada guarda fusible y corroborar el giro con el secuenciador.*

- *Para el motor de filtración únicamente, arrancar brevemente y realizar la inspección visual que concuerde con las flechas de sentido. en caso de ser necesario cambiar secuencia de fases.*
- *Repetir la revisión de todos los motores.*

*El siguiente a paso es revisar la preparación del circuito de enfriamiento ya que este es de suma importancia para mantener la temperatura optima de trabajo en los motores y del aceite.*

*No se recomienda usar agua ordinaria o de la red pública ya que esta suele tener una dureza muy alta o sustancias dañinas para el sistema de refrigeración ya que puede ocasionar saturación de líneas y/o corrosión.*

*Dependiendo del tipo de máquina estas pueden requerir el sistema para lo siguiente:*

- *Enfriamiento de aceite, enfriamiento de aceite hidráulico, para unidades hidráulicas.*
- *Control de flujo (traversa de alimentación de barril, enfriamiento de molde).*
- *Refrigeración para servo motores.*

*Las características del agua deberán seguir las recomendaciones.*

- *Alimentación de agua a temperatura máxima de 20°C para enfriamiento de servomotores.*
- *Alimentación de agua a temperatura máxima de 25°C para máquinas estándar.*
- *Alimentación de agua a temperatura máxima de 30°C para máquinas con sistema de refrigeración ampliado.*
- *Presión de entrada entre 3-5bar*
- *Presión diferencial entre entrada y retorno de mínima de 1.5bar.*

*La calidad del agua deberá cumplir con las siguientes especificaciones;*

- *Agua libre de cloro, libre de algas, gérmenes, hongos, hierro, manganeso, hidrogeno, materias suspendidas y sedimentos.*

*Todas las características están contenidas en la siguiente tabla:*

**Tabla 1.- Propiedades de la Calidad del Agua.**

<b>Componentes de agua</b>	<b>Concentración</b>
<i>Conductividad eléctrica</i>	<i>500 <math>\mu</math>S/cm</i>
<i>Hierro disuelto</i>	<i>10mg/l</i>
<i>Manganeso disuelto</i>	<i>1mg/l</i>
<i>Cloro</i>	<i>80mg/l</i>
<i>Ácido carbónico libre</i>	<i>0mg/l</i>
<i>Sulfato</i>	<i>200mg/l</i>
<i>pH</i>	<i>6-8</i>
<i>Alcalinidad</i>	<i>2-18dH</i>
<i>Dureza total</i>	<i>5-14dH</i>
<i>NH3</i>	<i>2 mg/l</i>
<i>Oxigeno</i>	<i>2mg/l</i>
<i>Sulfitos</i>	<i>5mg/l</i>
<i>Ácidos carbónicos agresivos</i>	<i>20 mg/l</i>
<i>Aceite</i>	<i>Máximo 1mg/l</i>
<i>Máximo tamaño de cuerpos externos</i>	<i>0.1mm</i>
<i>Turbulencia</i>	<i>0 mg/l</i>
<i>Elementos orgánicos</i>	
<i>Temperatura incrementa el enfriamiento de motor</i>	<i>Máxima 15°C</i>

34

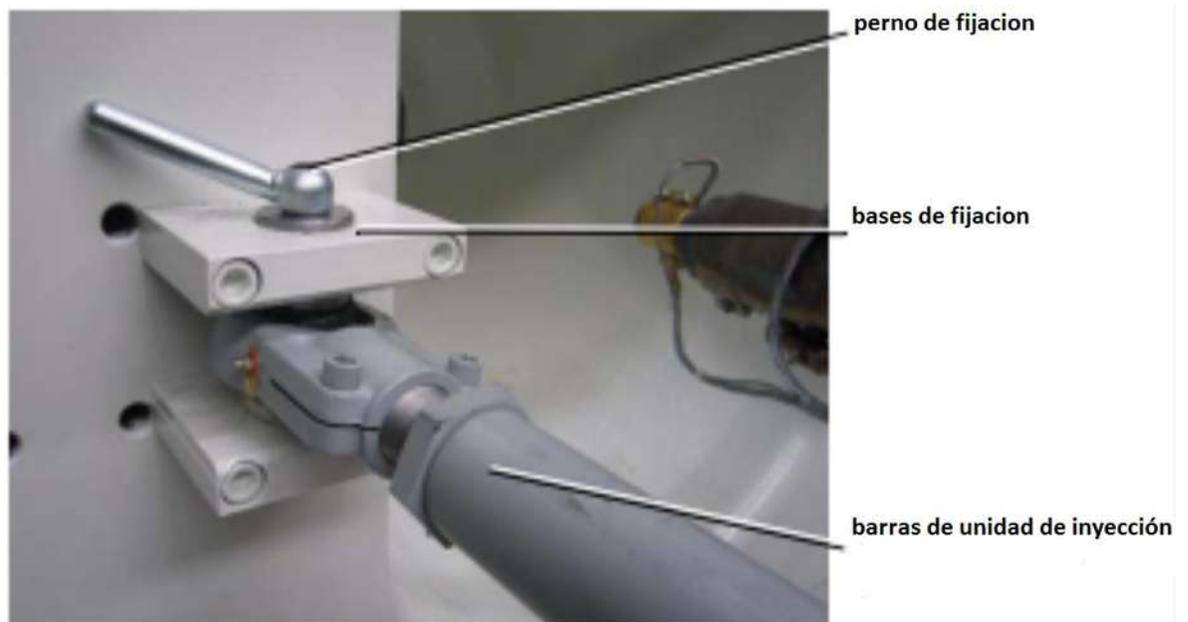
### *Arranque de motor*

*Después del encender el voltaje e iniciar el control de máquina ahora se puede arrancar el motor de la bomba, para esto hay que tener todas las guardas de seguridad cerradas.*

*La secuencia de arranque de motores es la siguiente:*

- 1. Filtro de motor y refrigerado de aceite correctamente colocados*
- 2. Al arrancar la máquina se deberá ajustar la presión de bomba y el volumen al 10-30% en salida stand-by. Esto dependerá del tamaño de máquina. Cuando la máquina tiene múltiples motores siempre se deberán arrancar de uno en uno. Las bombas que se han arrancado se estarán mostrando en la presión stand-by.*
- 3. Cuando el botón de encendido de motor deja de parpadear esto indica que la conexión delta ha sido realizada (se inicia en un arranque estrella-delta)*
- 4. El arranque delta de la máquina indica que todos los sistemas han arrancado correctamente e inicia el precalentado de aceite de aceite al valor puesto en el set de máquina.*

*El paso siguiente es acoplar la unidad de inyección a la platina fija como se muestra en la imagen siguiente*



**Figura 87.- Colocación de tirantes de unidad de inyección a platina fija**

Finalizado el aireado de sistema y acoplada la unidad de inyección, se deben realizar movientes manuales y unitarios en modo ajuste de 10 a 15 veces hasta obtener movimientos controlados y uniformes.

Posterior al aireado de sistema de debe de verificar la centricidad de la unidad de inyección, esta deberá realizarse posteriormente en un intervalo de cada 3 meses, o en cada cambio de barril de unidad de inyección. Para garantizar la centricidad de la boquilla se deben tener las siguientes condiciones de operación:

- Temperatura de barril aproximadamente a 200°C
- Posición de boquilla al mismo nivel de la platina fija en la parte frontal
- Equipo de medición: vernier, nivel de precisión.
- Medición de la posición: vertical y horizontal para el centrado de la boquilla.
  - La tolerancia para la desviación máxima será de 0.2mm

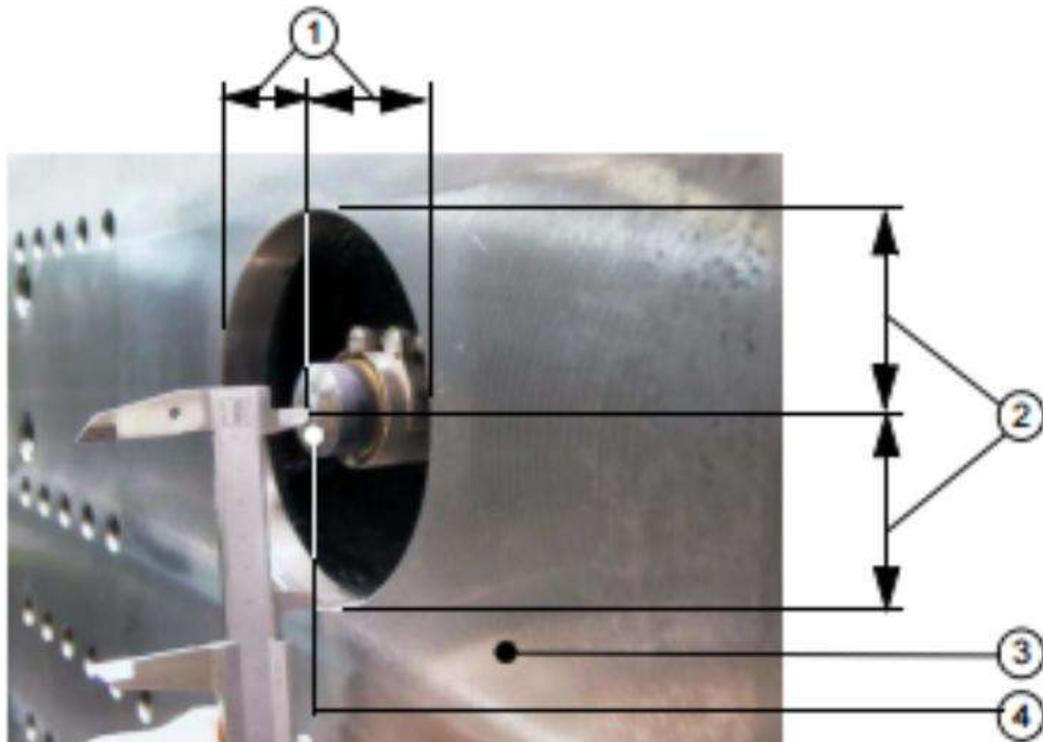


Figura 88.- 1) posición horizontal, 2) posición vertical, 3) superficie del molde, 4) boquilla.<sup>35</sup>

<sup>35</sup> [https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view\\_unit=10295](https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view_unit=10295)

Finalmente, después de realizar el aireado del sistema, centrado de boquilla paralelismo y centricidad, se realiza el montaje de molde para poder comprobar la fuerza de cierre, el montaje de molde corre por parte del cliente.

La dimensión del molde depende de las distancias entre barras CL1 y CL2 que depende de cada tipo de máquina, el tamaño mínimo del molde a montar se puede determinar con una formula muy sencilla.

$$S1=0.7 \times CL1 \quad Ec.1$$

$$S2=0.7 \times CL2 \quad Ec.2$$

Donde:

S1 es el claro horizontal mínimo de molde.

S2 es el claro vertical mínimo de molde.

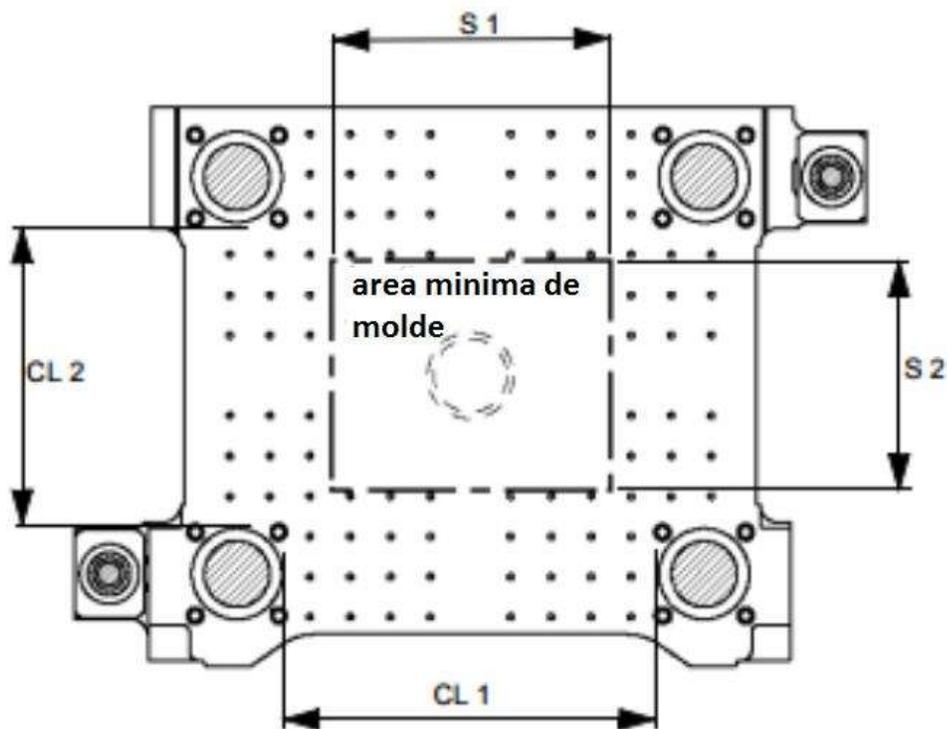


Figura 89.-Área de montaje de molde.<sup>36</sup>

<sup>36</sup> [https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view\\_unit=10295](https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view_unit=10295)



***Figura 90.- Máquinas en producción en masa.***



***Figura 91.- Producción de fascia frontal extracción con robot de 6 ejes marca YUDO***



*Figura 92.- Vista lateral trasera máquinas de inyección.*

## CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1.- CONCLUSIONES

*La incursión del ingeniero electricista en la industria del plástico, abarca el suministro distribución y uso eficiente de la energía eléctrica, teniendo como función la planeación de la obra para abastecer todas las necesidades de la industria, así como la planeación, mantenimiento, estudios de calidad de la energía y expansiones a futuro.*

*En la planeación de proyectos se deberán considerar varios aspectos en la planeación del proyecto, como son: estudios de mecánica del suelo, capacidad de suministro de sub-estación, trayectorias para conseguir el máximo ahorro al momento de ejecutar la obra, sin sacrificar la calidad en los materiales, expansiones a futuro, suministro de servicios, agua, aire comprimido, nitrógeno... etc.*

*Al momento de ejecutar la obra civil, es importante tener en cuenta siempre el cumplimiento con normas de seguridad, como lo son NOM, NFPA, OSHA, DIN, o cualquiera que aplique en el lugar de trabajo, ya que la mayoría de empresas son extranjeras que además de cumplir con la NOM y la STPS que son obligatorias en México, incluyen la normativa de su país, para esto es necesario contar con certificaciones DC3 las cuales se obtienen con cursos de capacitación y evaluaciones, echas por empresas certificadas.*

*Algunas de las normas aplicadas las podemos ver en la tabla 2.*

**Tabla 2 normas mexicanas vigentes en seguridad y salud ocupacional**

<b><u>NOM-001-STPS-2008</u></b>	<b><i>Edificios, locales e instalaciones</i></b>
<b><u>NOM-002-STPS-2010</u></b>	<b><i>Prevención y protección contra incendios</i></b>
<b><u>NOM-004-STPS-1999</u></b>	<b><i>Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria</i></b>
<b><u>NOM-005-STPS-1998</u></b>	<b><i>Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas</i></b>
<b><u>NOM-006-STPS-2014</u></b>	<b><i>Manejo y almacenamiento de materiales</i></b>
<b><u>NOM-009-STPS-2011</u></b>	<b><i>Trabajos en altura</i></b>

<b><u>NOM-020-STPS-2011</u></b>	<b>Recipientes sujetos a presión y calderas</b>
<b><u>NOM-022-STPS-2008</u></b>	<b>Electricidad estática</b>
<b><u>NOM-027-STPS-2008</u></b>	<b>Soldadura y corte</b>
<b><u>NOM-029-STPS-2011</u></b>	<b>Mantenimiento de instalaciones eléctricas</b>
<b><u>NOM-033-STPS-2015</u></b>	<b>Trabajos en espacios confinados</b>
<b><u>NOM-017-STPS-2008</u></b>	<b>Equipo de protección personal</b>
<b><u>NOM-018-STPS-2000</u></b>	<b>Identificación de peligros y riesgos por sustancias químicas</b>
<b><u>NOM-019-STPS-2011</u></b>	<b>Comisiones de seguridad e higiene</b>
<b><u>NOM-026-STPS-2008</u></b>	<b>Colores y señales de seguridad</b>
<b><u>NOM-028-STPS-2012</u></b>	<b>Seguridad en procesos y equipos con sustancias químicas</b>
<b><u>NOM-030-STPS-2009</u></b>	<b>Servicios preventivos de seguridad y salud</b>

37

*Teniendo en cuenta las normativas de seguridad industrial para en todo momento disminuir los riesgos que existen a la hora de ejecutar los trabajos.*

*Es importante consultar los manuales de operación de los equipos, para conocer los riesgos que implica al operarlos, así como, el funcionamiento y solución de fallas que pueden presentar y seguir las recomendaciones hechas por el fabricante.*

*Se debe prestar atención a las áreas en las que se presente debilidad, en el caso de los ingenieros electricistas, áreas como la mecánica, la hidráulica y la neumática, esto con el fin de tener una visión más amplia, ya que la mayoría de los equipos se componen de múltiples elementos, y conversiones de energía, como la energía eléctrica a mecánica, la hidráulica a movimiento, la neumática a mecánica, todos estos trabajando en conjunto en base a controles de lazo cerrado y lazo abierto, para los diferentes controles de los sistemas.*

*Con los conocimientos adquiridos durante la formación de ingeniero electricista, se tiene una comprensión de los sistemas más sencilla, ya que se enfoca al entendimiento de la estructura básica y diseño de controles, con lo cual se obtiene una herramienta muy*

<sup>37</sup> <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>

*poderosa al momento del diagnóstico de fallas, aplicando conocimientos en control de motores, control de sistemas de lazo cerrado, programación en lenguajes propios de cada dispositivo que gracias al estudio de programación básica de C, C++ y JAVA esto simplifica en gran medida la programación de algoritmos para el funcionamiento de los equipos, los controles de lazo cerrado se pueden ver en el control del sistema hidráulico ya que como se menciona en “capítulo 2” este ha ido evolucionando desde el control mecánico, pasando por el control electro hidráulico “EHV” hasta llegar al control por servo-controladores, también se pueden encontrar los controles en las zonas de calefacción las cuales juegan un papel de suma importancia al momento de la plastificación, ya que son las encargadas de mantener una mezcla homogénea del material a procesar.*

*Durante los años que se ha ejercido en la industria, se ha mantenido una constante capacitación y entrenamiento constante, con cursos en plataforma de entrenamiento para ingenieros de servicio de ENGEL<sup>38</sup>, como cursos presenciales y certificaciones en DC3 en trabajos en alturas, en sistemas eléctricos, uso de montacargas y grúas viajeras con las normas aplicables (ver tabla 2).*

*Es importante mantener en mente siempre la importancia de la capacitación, así como el aprendizaje del idioma inglés, la cual es una herramienta que facilitara la comunicación con los diferentes clientes y proveedores de servicios los cuales la mayoría de estos son extranjeros, esto facilitara el acceso a puestos de mayor jerarquía.*

## **6.2.- RECOMENDACIONES**

---

<sup>38</sup> [https://engel-new.clickandlearn.at/?bypass\\_language=english](https://engel-new.clickandlearn.at/?bypass_language=english)

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] [Http://mcliterature.danfoss.com/webpublish/doc\\_mg21a205.pdf](http://mcliterature.danfoss.com/webpublish/doc_mg21a205.pdf)
- [2] *Engel injection molding machine maintenance manual* ©2005 copyright by engel Canada Inc Guelph, Ontario.
- [3] *Technical manual machine vc. Engel austria gmbh a-4311 schertberg version g/11/32/1/34*
- [4] [http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes\\_inyeccion/unidad\\_2/maguina.html](http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes_inyeccion/unidad_2/maguina.html)
- [5] *Tesis "moldeo industrial de piezas por inyección de plásticos una técnica moderna y competitiva" del ing. Juan Hernández barrera. UMSNH, fie año 2007*
- [6] [http://mcliterature.danfoss.com/webpublish/doc\\_mg21a205.pdf](http://mcliterature.danfoss.com/webpublish/doc_mg21a205.pdf)
- [7] *La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial*  
<http://www.preditec.com.mx>
- [8] [http://virtual.senati.edu.pe/pub/mcpp/unidad03/contenido\\_tematico\\_u3\\_plataforma\\_m2.pdf](http://virtual.senati.edu.pe/pub/mcpp/unidad03/contenido_tematico_u3_plataforma_m2.pdf)
- [9] <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/nom-029.pdf>
- [10] <http://www.mi-wea.org/docs/arc%20flash%20%20-%20reside.pdf>
- [11] <http://asinom.stps.gob.mx:8145/centro/centromarconormativo.aspx>
- [12] <http://www.wiesauplast.com.mx/global-presence.html>
- [13] <https://www.engelglobal.com/es/mx/empresa/historia-de-la-empresa.html>
- [14] [https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view\\_unit=10295](https://engel-new.clickandlearn.at/student.php?view_unit=10295)