



---

---

## ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA SUPERIOR MECÁNICA Y ELÉCTRICA.

IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA MÁQUINA DE  
INYECCIÓN DE POLIURETANO PARA LA FABRICACIÓN DE ASIENTOS  
AUTOMOTRICES

MEMORIAS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN CONTROL Y  
AUTOMATIZACIÓN

PRESENTA

MIGUEL ANGEL MARTÍNEZ CISNEROS

ASESOR: ING. HUMBERTO SOTO RAMÍREZ



Ciudad de México, 2016

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA**  
**UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”**

**TEMA DE TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN**  
**POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL**  
**DEBERA (N) DESARROLLAR C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ CISNEROS**

**“IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA MÁQUINA DE INYECCIÓN DE POLIURETANO PARA LA FABRICACIÓN DE ASIENTOS AUTOMOTRICES”.**

APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA ADQUIRIDOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA DE INYECCIÓN DE POLIURETANO WHK DE 42 CARROS, MEDIANTE LA COORDINACIÓN, ORGANIZACIÓN Y COMUNICACIÓN CLARA Y FLUIDA DEL GRUPO TÉCNICO DE TRABAJO MULTIDISCIPLINARIO.

- ❖ ANTECEDENTES DE LA EMPRESA
- ❖ MÁQUINAS DE INYECCIÓN DE ALTA PRESIÓN
- ❖ INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA MÁQUINA TOP LINE HK
- ❖ CONCLUSIONES

CIUDAD DE MÉXICO, A 20 DE MAYO DE 2016.

**ASESOR**

  
**ING. HUMBERTO SOTO RAMÍREZ**

  
**M. EN C. MIRIAM GÓMEZ ÁLVAREZ**  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE**  
**INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN**



## **OBJETIVO**

Aplicación del conocimiento y experiencia adquiridos para el desarrollo del proyecto de montaje y puesta en marcha de la máquina de inyección de poliuretano WHK de 42 carros, mediante la coordinación, organización y comunicación clara y fluida del grupo técnico de trabajo multidisciplinario.

## ÍNDICE GENERAL

Índice de Figuras .....	2
Índice de Tablas.....	4
PROLOGO .....	5
OBJETIVO.....	8
Capítulo I.- Antecedentes de la empresa .....	9
1.1.- LA HISTORIA DE HENNECKE GmbH & Co. KG .....	9
1.2.- Presencia global de tecnología .....	10
1.2.1.- Presencia en México .....	10
1.3.- Variedad de equipos Hennecke .....	11
1.4.- Esquema organizacional Hennecke Global .....	13
1.4.1.- Hennecke México.....	14
Capítulo II.- Máquinas de inyección de Alta presión.....	15
2.1.- Línea de Maquinaria HK.....	16
2.2.- Los elementos que integran la máquina HK .....	17
2.2.1.- Tanques de día .....	19
2.2.3.- Sistema de Medición.....	25
2.2.4.- Cabezal de Mezcla o Mixing Head .....	27
2.2.5.- Mando hidráulico .....	29
2.2.6.- Inyectores de alta presión.....	32
Capítulo III.- Instalación y puesta en marcha de una máquina Top Line HK.....	36
3.1.- Introducción .....	38
3.2.- Desarrollo del proyecto.....	41
3.3.- Sub ensamblajes .....	42
3.3.1.- Estructuras secundarias .....	42
3.3.2.- Ensamble eléctrico .....	46
3.3.3.- Ensamble Neumático .....	51
3.3.4.- Sistema Hidráulico (agua y aceite).....	53
Ensamble Hidráulico (aceite).....	54
• Ensamble Hidráulico (agua).....	56
3.5.- Pruebas modo manual .....	58

3.6.- Pruebas modo automático.....	60
• HENNECKE 360° .....	65
Acompañamiento durante el proceso de operación pruebas en corridas continuas.....	66
Evento1 .....	66
Evento 2.....	68
Evento 3.....	70
Conclusiones .....	72

## **ÍNDICE DE FIGURAS.**

Fig. 1.- Presencia global.....	10
Fig. 2.- Presencia en México.....	11
Fig. 3.- Organigrama global Hennecke. ....	13
Fig. 4.- Organigrama México. ....	14
Fig. 5. - Máquina Top Line HK.....	17
Fig. 6.- Líneas de tubería, distribución y acomodo. ....	19
Fig. 7.- Tanque de día. ....	20
Fig. 8.- Elementos que conforman el tanque de día. ....	20
Fig. 8A.- Elementos que conforman el termorregulador. ....	21
Fig. 8B.- Válvulas de sobre presión. ....	21
Fig. 9.- Bomba de dosificación. ....	22
Fig. 10.- Interior de una bomba Rexroth usadas por Hennecke. ....	25
Fig. 11.- Flujo metro. ....	25
Fig. 12.- Interior de un flujo metro de engranes.....	26
Fig. 13.- Tipos de cabezales mezcladores de alta presión Hennecke.....	27
Fig. 14.- Cabezal de Mezcla de seis componentes, para montaje en robot. ....	28
Fig. 15.- Grupo hidráulico de cabezales mezcladores .....	30
Fig. 16.- Acumulador hidráulico. ....	32
Fig. 17.- Inyector de presión constante controlado por neumáticamente.....	32
Fig. 18.- Inyector de mezcla neumático con inyección activa.....	34
Fig. 19.- Interior del cabezal de mezcla con 6 componentes en recirculación. ....	35
Fig. 20.- Planta ensamblada. ....	38

## MEMORIA DE EXPERIENCIA LABORAL.

---

Fig. 21.- Diagrama en varias vistas mecánico de la máquina HK .....	39
Fig. 22.- Diagrama sistema de extracción de la máquina HK .....	40
Fig. 23.- Diagrama general de la instalación. ....	41
Fig. 24.- Muestra la línea completa Hennecke HK. 1) Estación de cambio de molde, 2) Cambio de posición del molde, 3) Sistema de tracción .....	42
Fig. 25.- Sub ensamble mecánico estructuras secundarias para la máquina Hennecke.....	43
Fig26.- Transmisión conveyor .....	43
Fig. 27.- Tensor de cadena conveyor.....	44
Fig. 28.- Montaje de frame en cadena .....	45
Fig. 29.- Porta-moldes colocado en frame .....	45
Fig. 30.- Robot's en posición de inyección .....	46
Fig. 31.- Sub ensamble eléctrico de la máquina Hennecke.....	47
Fig. 32.- Riel de conducción eléctrica 460 VCA. ....	47
Fig. 33.- Tablero eléctrico dentro del Oval para 6 carros.....	48
Fig. 34.- Variador de velocidad para motores de bombas, en tablero eléctrico general. ....	48
Fig. 35.- Sistema válvulas hidráulicas MT-18, eléctrico .....	49
Fig. 36.- Entradas analógicas, diagrama eléctrico .....	50
Fig. 37.- Subensamble mecánico neumático para la máquina Hennecke.....	51
Fig. 38.- Porta moldes neumático .....	52
Fig. 39.- Línea central y Junta rotativa. ....	52
Fig. 40.- Esquema general de instalación neumática.....	53
Fig. 41.- Sub ensamble Mecánico Hidráulico (agua y aceite) para la máquina Hennecke.....	54
Fig. 42.- Red de sistema hidráulico. ....	55
Fig. 43.- Cabezal de Mezcla 6 componentes. ....	56
Fig. 43 A.- Chiller para el sistema de enfriamiento. ....	56
Fig. 44.- Termorregulador montado en el conveyor.....	57
Fig. 45.- Inicio de pruebas mecánicas y eléctricas con el ensamble completo. ....	58
Fig. 46.- Pantalla de operador fallas.....	59
Fig. 47.- Máquina en modo manual, pantalla de operación tablero principal.....	59
Fig. 48.- Pruebas finales modo automático para iniciar la fabricación de piezas. ....	60
Fig. 49.- Estación de inyección. ....	61
Fig. 50.- Estaciones de preparación de molde .....	62
Fig. 51.- Primeras piezas.....	63

Fig. 52.- Piezas para medición y liberación. ....	64
Fig. 53.- Sistema remoto de servicio. ....	65
Fig. 54.- Caratula de empresa con el problema evento1 .....	67
Fig. 55.- Falta de un registro de nivel evento1.....	68
Fig. 56.- Caratula de empresa con el problema evento2. ....	69
Fig. 57.- Colocación de opto acopladores evento2. ....	69
Fig. 58.- Caratula de empresa con el problema evento3. ....	70
Fig. 59.- Instalación de módulo de lectura RFID alámbrico evento3. ....	71

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1.- Tamaños de bombas usadas en la industria por Hennecke.....	23
Tabla 2.- Presión de trabajo en dependencia del tamaño de la máquina de moldeo por reacción. 24	
Tabla 3.- Ejecución de actividades por semana. ....	36

## PROLOGO

Egresé de la carrera de control y automatización con las bases de diferentes áreas que me dirigieron directamente a la industria, situación que aproveche, logrando un acertado enfoque en el área de máquinas de producción, mi formación académica me dio el entendimiento de los equipos, lo que me facilitó la incursión en el área de mantenimiento. Desde el noveno semestre y tras mi formación como técnico en electrónica comencé a laborar como técnico de servicio en una empresa formada por un egresado de la ESIME, inicialmente me dediqué a la reparación de variadores de velocidad y PLC, tras mi desarrollo e integrándome cada vez más en la empresa comencé a armar tableros eléctricos diseñados por el departamento de ingeniería, posteriormente dichos tableros los instalaba en campo y dependiendo de la complejidad los ponía en marcha.

Tras el término de mi carrera estudiantil ya como pasante de ingeniería, ingresé a una planta en fabricante de partes automotrices ubicada en Toluca, Estado de México, dedicando mi carrera profesional en actividades y tareas enfocadas al montaje, armado y mantenimiento de maquinaria tales como extrusoras, termoformadoras, torres de enfriamiento, **máquinas de inyección de poliuretano**, prensas de inyección, etc. Este empleo fue el impulsor para seguir el rumbo de mantenimiento en la industria de plásticos, después del primer año de trabajo tome el puesto de superintendente de mantenimiento, la tarea no era sencilla pues la empresa se colocó rápidamente en el mercado automotriz, suministrando piezas de ensamble para vehículos nuevos en GM Silao, por lo que la necesidad del control de las máquinas y el buen estado de ellas se tornó crítico, derivado de esto desarrollé los planes de mantenimiento, como estructura principal la generación de plan maestro de mantenimiento, así como las tareas y frecuencias de cada equipo, sin embargo, tras los eventos normales de la industria automotriz y los fenómenos financieros a nivel mundial, la producción decreció en el 2008, por lo que salí de esta planta.

Estando nuevamente disponible en el mercado me instale en una empresa del ramo automotriz dada mi experiencia previa. Esta empresa tenía como principal cliente el mercado americano de autopartes, una línea dedicada a ensamble de partes para vehículos nuevos y el resto para fabricación de partes de repuesto.

El negocio de las partes de repuesto resultó ser mejor negocio para la empresa, por lo que se decidió cerrar la planta hermana en Denver Colorado para concentrar toda la maquinaria en la planta de Toluca. El reto fue grande pues dismantelar la maquinaria usada y trasladarla para arrancarla posteriormente en la planta de

Toluca no fue fácil, nuevamente los conocimientos académicos y experticia previa en el área de ensamble me llevaron a tener éxito, en total 82 equipos transferidos, y trabajando acoplándolos con los ya existentes, la tarea posterior controlar y garantizar el correcto funcionamiento, por lo que la tarea inmediata obligada después del arranque sería la generación del plan de mantenimiento, con tareas y frecuencias, así como la formación del equipo de trabajo (Técnicos de mantenimiento), por lo que las herramientas básicas de administración tomaron importancia.

Después de la implementación y puesta en marcha tuve la oportunidad de ser nombrado Superintendente de Mantenimiento en una planta adjunta a la mencionada, dadas las condiciones en la otra planta fue necesario lograr que esta sección del grupo pudiera trabajar en armonía por lo que tomé el departamento de mantenimiento en la empresa de autopartes Magna CTS, andando el camino anterior desarrolle cosas importantes como la compra de una máquina de poliuretano que encapsularía cristal, esto fue el echo decisivo para involucrarme directamente con el área de poliuretano a nivel global, con la adquisición de esta máquina vinieron cambios importantes pues los fabricantes de estos equipos crecieron y necesitaron más recursos, esa es la parte en la que logré el vínculo con los fabricantes ya que por años de seguimiento de mi desarrollo me ofertaron la oportunidad de pertenecer a esta empresa mundial. Por supuesto no desaproveche la oportunidad tras una entrevista con el director mundial de servicio de Hennecke recibí la oferta laboral y fue de esa manera que me integre como técnico de servicio trabajando para Hennecke México, siendo el representante del área norte de la república, con esto surgió la necesidad de recibir entrenamiento en Hennecke Alemania, este entrenamiento se da de manera anual y especializado en la tecnología que desarrollamos en mi caso espuma moldeada, cuando se vende una maquina nueva es necesario que el técnico involucrado viaje a la planta para la liberación del equipo nuevo, por lo que ya he tenido la oportunidad de estar en varias ocasiones de realizar este viaje.

Actualmente atiendo 36 empresas dedicadas a la fabricación de poliuretano en menor y mayor escala, con diferentes tipos de marcas. Es importante destacar que no solo trabajamos con máquinas de la marca, sino también trabajamos con máquinas de otras marcas a las que le sumamos la propuesta de valor, y con esto ganar mercado a nivel mundial, por lo que no solo nos limitamos a México, también tenemos la representación en países como Colombia, Brasil, Venezuela, entre otros.

## MEMORIA DE EXPERIENCIA LABORAL.

---

El siguiente trabajo habla de una máquina Hennecke nueva de tres instaladas del mismo tipo en México.

## **OBJETIVO**

Aplicación del conocimiento y experiencia adquiridos en la trayectoria laboral para el desarrollo del proyecto de montaje y puesta en marcha de la máquina de inyección de poliuretano WKH de 42 carros, mediante la coordinación, organización y comunicación clara y fluida del grupo técnico de trabajo multidisciplinario.

## CAPÍTULO I.- ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

### 1.1.- LA HISTORIA DE HENNECKE GmbH & Co. KG

Pionera en tecnología de alta presión y bajo el nombre "Maschinenfabrik Karl Hennecke" sentó en 1945 la base del avance tecnológico y numerosos hechos importantes dentro del procesamiento de poliuretano. Poco después de fundar la empresa Hennecke ya presentó el primer sistema para la mezcla a alta presión de los componentes polioli e isocianato - la base de la alta calidad y el eficaz uso de las materias primas. Desde entonces Hennecke emite impulsos decisivos en colaboración con los transformadores y los usuarios de todo el mundo. De ese modo siempre se generan nuevos conceptos de productos y de procesos para sustituir los materiales y los métodos de elaboración convencionales. Todos los conocimientos acumulados pasan inmediatamente al aumento de la eficacia y la competitividad de nuestros clientes, los hechos importantes del desarrollo de Hennecke a través de la historia se dieron de la siguiente manera.

- 1945 Fundación por Karl Hennecke en la sede Sankt Augustin (Alemania)
- 1952 Desarrollo de plantas continuas de espumado en bloque
- 1955 Desarrollo de la primera máquina dosificadora a alta presión
- 1971 Introducción de plantas de espuma para moldes casi completamente automatizadas
- 1975 Introducción de plantas continuas de panel sándwich
- 1975 Hennecke se convierte en una filial, propiedad 100 por ciento a Bayer AG
- 1993 Introducción de la tecnología de procesos Pentano (PPT) para sustituir el CFC en la fabricación de equipos de refrigeración
- 1995 Introducción de la tecnología NOVAFLEX para la producción de espumas de alta calidad usando ácido carbónico natural
- 1998 Introducción del procesado de poliuretano por pulverización
- 2004 Presentación de la familia de la tecnología PUR-CSM para la fabricación de componentes reforzados con fibras o moldes compound
- 2008 El grupo Adcuram Group AG asume el 100 por ciento de Hennecke
- 2010 65 aniversario

- 2011 Presentación de la tecnología HP-RTM así como de un sistema de tratamiento para la producción de componentes estructurales reforzados con fibras

## 1.2.- Presencia global de tecnología

“Hennecke se siente en casa en todos los mercados”. Karl Hennecke reconoció el significado de los mercados internacionales, sobre todo la necesidad de actuar de forma activa en esos mercados. Ese reconocimiento llevó en 1968 a la fundación de la primera filial de Hennecke en los Estados Unidos de América. Desde entonces, Hennecke ha conseguido establecer una red internacional de especialistas con experiencia en el mercado de asesores expertos y técnicos de servicio en todas las regiones económicas importantes del planeta, que además de una amplia carpeta de ventas y postventas también ofrecen sólidos servicios de asesoría e ingeniería. La red de socios comerciales y técnicos y las filiales ofrecen atractivas soluciones para todos los mercados locales de PU y convierten a Hennecke en un socio confiable en proyectos y cooperaciones internacionales, como se muestra en la fig. 1.



Fig. 1.- Presencia global.

### 1.2.1.- Presencia en México

Nuestros principales clientes están distribuidos a lo largo de la República Mexicana, en la fig. 2 se muestra la localización de algunos.

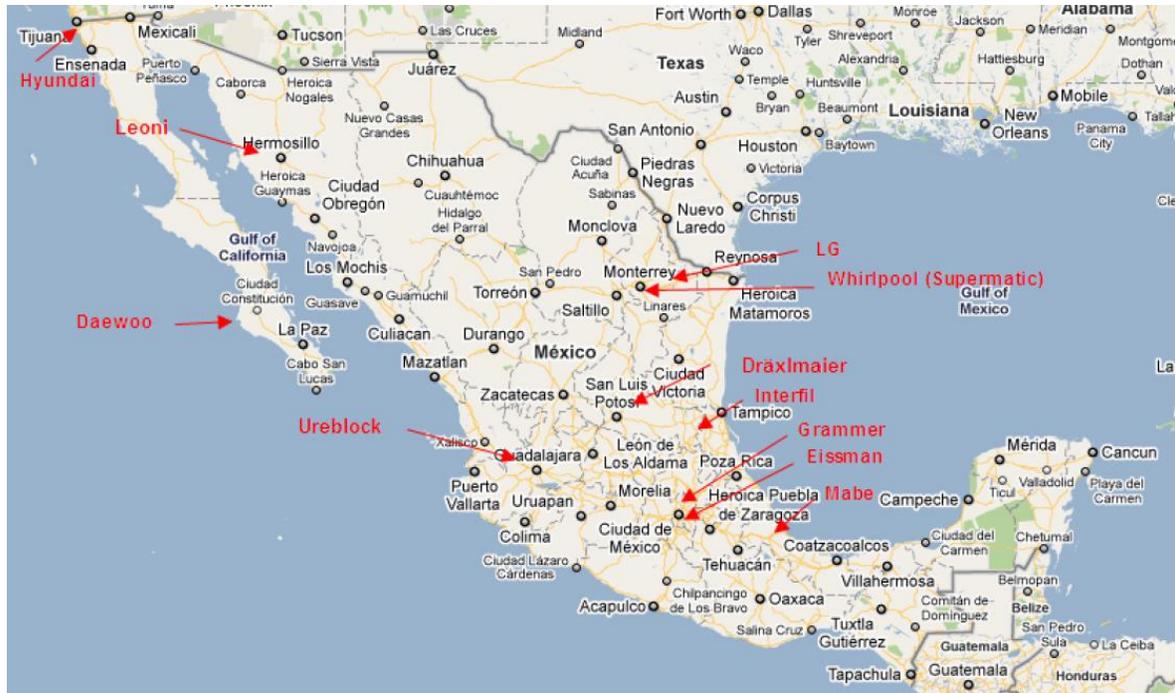


Fig. 2.- Presencia en México.

### 1.3.- Variedad de equipos Hennecke

Hennecke tiene una gran variedad de equipos y maquinaria para la aplicación de los poliuretanos, y no solo cubrimos México, también en Brasil, Colombia, Venezuela tenemos presencia a continuación mencionamos algunos de los equipos.

- Dosificadoras de alta presión.- Para la fabricación de espumas rígida, flexibles, inteligentes.
- Dosificadoras de baja presión.- Para la fabricación de sellos, espuma de baja densidad, Bajo alfombras.
- Cabezales mezcladores de alta presión
- Cabezales mezcladores de baja presión
- Líneas de panel sándwich continuas.- Para la fabricación de muros Aislantes usados en la construcción.
- Producción automática.- Fabricación en serie.

- Líneas de espuma en bloque continua.- Para la fabricación de bajo alfombra,
- KGS cabinet foaming line.- Refrigeración doméstica.
- Líneas CSM.- Cartón con poliuretano formado.
- Condicionamiento de materia prima.- Estaciones de carga y preparación de químicos.

En este punto solo hablará de la tecnología de inyección de poliuretano Polioli e Isocianato. Para espuma flexible y los elementos que las conforman.

Con esta máquina se podrá crear espumas flexibles y semirrígidas, como son bajo alfombras, refrigeradores, ruedas para patines, cabeceras, coderas, descansabrazos, puertas, molduras etc., a continuación mostramos algunas.



### 1.4.- Esquema organizacional Hennecke Global

En la fig. 3 se muestra la estructura organizacional de Hennecke a nivel global, el recuadro muestra el puesto del técnico de servicio dentro de esta organización.

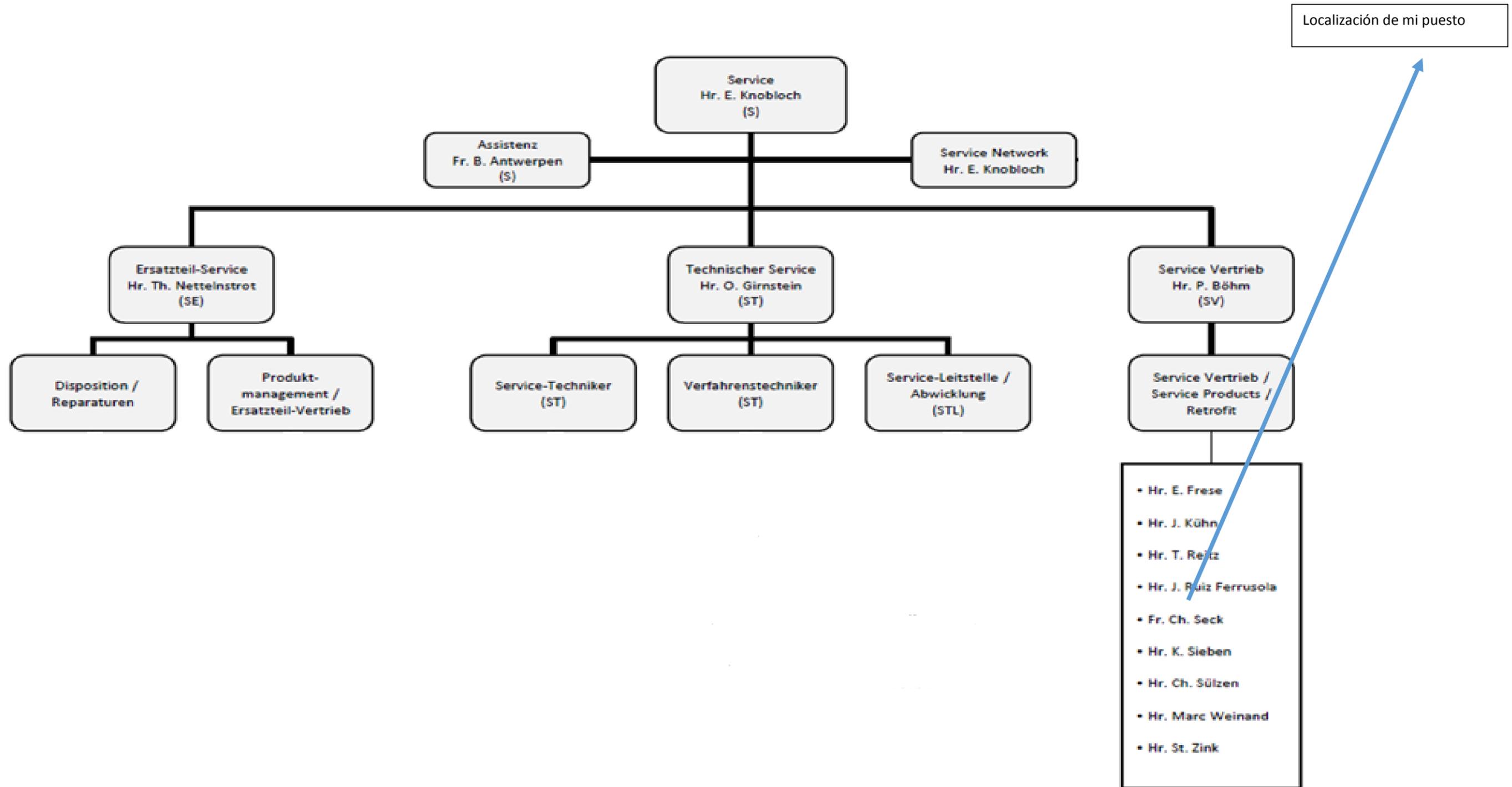


Fig. 3.- Organigrama global Hennecke.

### 1.4.1.- Hennecke México

En este punto somos una división de Alemania con todos los departamentos y una organización Autónoma, Hennecke México tiene un sistema organizacional, basado en la misma estructura global como se muestra en la fig. 4.

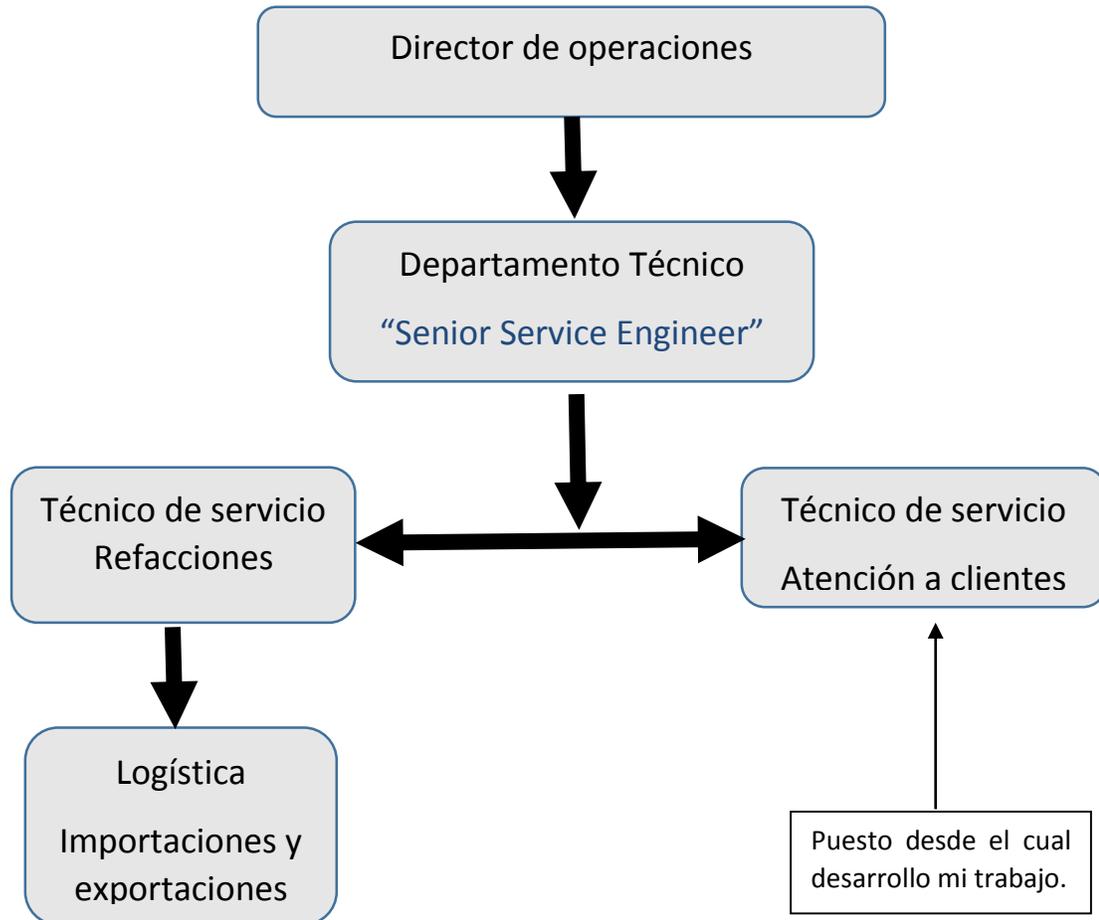


Fig. 4.- Organigrama México.

## CAPÍTULO II.- MÁQUINAS DE INYECCIÓN DE ALTA PRESIÓN

### INTRODUCCIÓN

Las máquinas Hennecke surgieron de la necesidad de aplicación de espuma en la industria principalmente, por lo que el conocimiento así como el cumplimiento exacto de las prescripciones y avisos contenidos en las instrucciones, ayudarán al cliente a conseguir la mayor eficacia y rentabilidad posible y un alto grado de seguridad para el personal de operación durante la producción y los trabajos de reparación y mantenimiento.

Todas las máquinas e instalaciones de Hennecke están diseñados cumpliendo la directiva sobre máquinas de la Unión Europea y todas las prescripciones de seguridad Alemanas.

Todos los avisos y prescripciones de la documentación de máquina de Hennecke han de estudiarse y cumplirse con exactitud.

El Cliente es responsable de la comprobación, de que se cumplan las disposiciones locales.

El personal de operación tiene que ser instruido ampliamente en cuanto a todas las prescripciones de seguridad. Estas instrucciones deben de repetirse en la medida requerida y tienen que basarse en las prescripciones de seguridad en las medidas de precaución añadidas en relación al manejo de máquinas de moldeo por reacción y anexos.

Las prescripciones de seguridad de los productores de la materia prima de Polioli e isocianato, en especial, las hojas de seguridad de los componentes tienen que estar disponible al personal para que los conozcan.

El cliente ha de controlar continuamente el cumplimiento de los avisos de seguridad.

La máquina de moldeo a reacción HK descrita en éstas instrucciones y todos sus módulos individuales, recipientes, bombas de dosificación, cabezales de dosificación etc., están diseñados para el tratamiento de materias primas de poliuretano habitual en el mercado.

El empleo de materias primas de poliuretano con aditivos corrosivos y/o abrasivos puede causar deterioros en elementos de la máquina, como mínimo un mayor desgaste. (¡Pérdida del derecho a garantía!).

Los tratamientos de agentes explosivos los podemos describir como, el tratamiento de componentes / aditivos con un punto de inflamación de  $< 60^{\circ}\text{C}$  (p.e., pentano) exigen requisitos especiales a la tecnología de máquina y de seguridad. Por lo tanto, ¡se prohíbe el tratamiento de éstos materiales en máquinas estándares de Hennecke por razones de seguridad!

Tratando una mezcla de poliol /pentano, el pentano liberado puede formar una mezcla explosiva en combinación con el oxígeno del aire. Las máquinas de moldeo por reacción del tipo HK TopLine P concebidas para éstas aplicaciones se integrarán en un concepto de seguridad PPT-(Pentan-Process-Technology), que forma parte de ésta documentación y que incluye las medidas de protección y de seguridad relativas al tratamiento de poliol /pentano en éstas máquinas. ¡Ha de respetarse obligatoriamente éste concepto de seguridad PPT! Hennecke no responde de daños resultantes del incumplimiento de los puntos arriba mencionados.

En los ensayos de equipos a presión y el empleo de fluidos explosivos en las máquinas dosificadoras de Hennecke y sus recipientes corresponden a la directiva europea sobre equipos a presión. En caso de instalaciones sujetas a permiso se requiere una prueba pericial de la máquina ante su primera puesta en marcha, según prescripciones nacionales. Dependiente de la legislación nacional se requieren repeticiones de los ensayos en intervalos definidos.

### **2.1.- Línea de Maquinaria HK**

Para la fabricación De espumas duras y blandas, y también de espumas integrales.

La línea HK abrió una nueva época hace más de medio siglo, la producción de poliuretano a alta presión. Hoy las máquinas dosificadoras de alta presión son la base de la elaboración de gran variedad de aplicaciones PUR. Según sea la configuración de la instalación y el cabezal mezclador empleado las máquinas dosificadoras modernas permiten la fabricación todo tipo de espumas rígidas y flexibles y también espumas integrales. La línea de Hennecke convence a los usuarios con sus sistemas modulares configurables para ámbitos de rendimiento desde el más pequeño al más grande con bombas dosificadoras de primera clase, una gran selección de cabezales mezcladores y un inteligente sistema de automatizado.

Las máquinas HK han sido la punta de lanza en el sistema de poliuretano moldeado, estos productos se encuentran en todas partes y son tan comunes como un auto o un refrigerador, tan suaves e íntimos como almohadas y colchones (memory Foam).



*Fig. 5. - Máquina Top Line HK.*

## **2.2.- Los elementos que integran la máquina HK**

Para poder entender mejor el funcionamiento de la máquina es necesario hacer la descripción de los elementos que la integran y como se enlazan, a continuación listo las secciones principales que componen la máquina Top Line HK.

Wet System

- Tanques de día.
- Metering system.
- Mixing head.

La TOPLINE es un sistema modular para satisfacer los requisitos para diferentes aplicaciones de PU con módulos universales normalizados.

Ejemplos:

- Diferentes tipos de cabezal de mezcla.
- Aplicaciones Ex - proof (pentano).
- Diferentes tamaños de tanques desde 60 lts a 1000 lts.
- Diferentes soluciones de medición, con salida de 2 a 5000 g/s.

Las aplicaciones para la producción del asiento se han realizado con módulos de TopLine HK hasta ahora.

En contraste las crecientes exigencias técnicas para la fabricación de asiento sólo pueden realizarse por soluciones universales.

Con características para viscosidades de (3 centipoes) a la más alta (7000 centipoes) hasta 6 componentes de instalación, amplia variación de salida para cada componente de ciclo más rápido y reducción de tiempos de mantenimiento con un tiempo de inactividad reducido.

La nueva plataforma de Top Line tiene en cuenta las necesidades de estar en contacto directo con la maquinaria por lo que se han considerado los siguientes conceptos.

- Se realizan unidades para cada químico combinando elementos compactos y experiencias para tener la unidades lo más reducida posible.
- Se reducen los tamaños y trayectorias de las tuberías, para lograr una distribución más esbelta.
- Se usan elementos de última generación tales como las nuevas bombas HQ.
- El diseño está pensado para tener un espacio adecuado para que el personal de mantenimiento pueda lograr la revisión adecuada, como ejemplo podemos ver la fig. 6.



*Fig. 6.- Líneas de tubería, distribución y acomodo.*

### **2.2.1.- Tanques de día**

Los Tanques de día forman parte importante para el correcto mezclado de los químicos en el cabezal, los tanques de día son los encargados de mantener homogéneo y en temperatura adecuada a los materiales, reciben este nombre porque el químicos contenido en ellos es el que formara parte de las piezas a inyectar, de tal manera que estos químicos están preparados para hacer la reacción química adecuada, con esto obtener piezas con la densidad y las características de peso y apariencia necesarias para poder obtener un producto de calidad, a continuación observamos uno de ellos en la fig. 7.

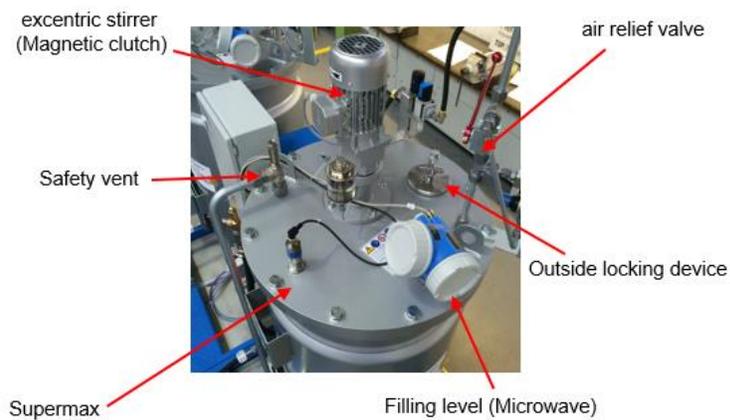
En manera general observamos el tanque de día, después veremos las partes que lo integran.



*Fig. 7.- Tanque de día.*

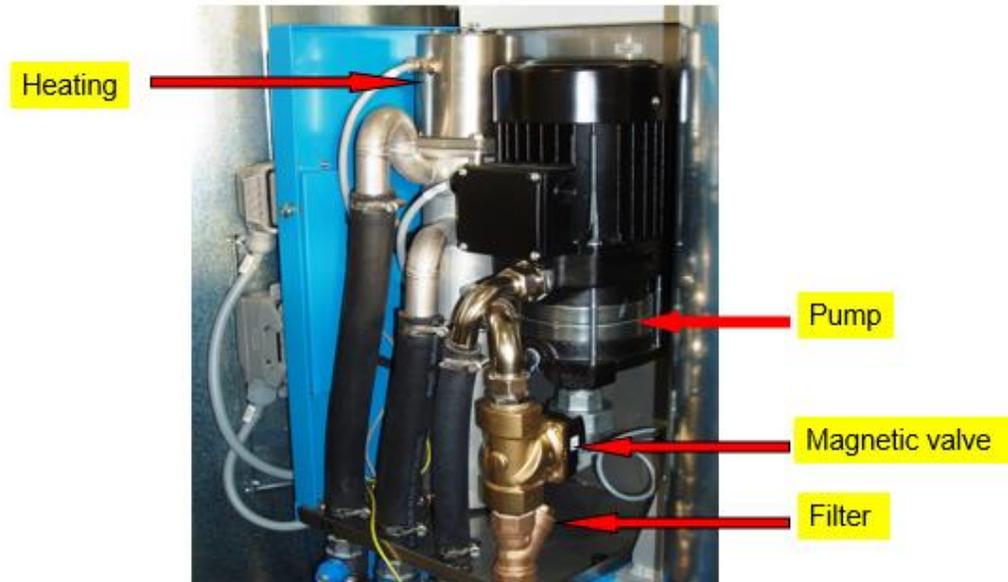
El tanque de día está compuesto por varios elementos que nos sirven para lograr el objetivo de la homogenización y atemperación de los químicos, todos entrelazados y trabajando juntos para el logro de este objetivo, se muestran en las siguientes ilustraciones algunas de las partes.

**Day tank cover**



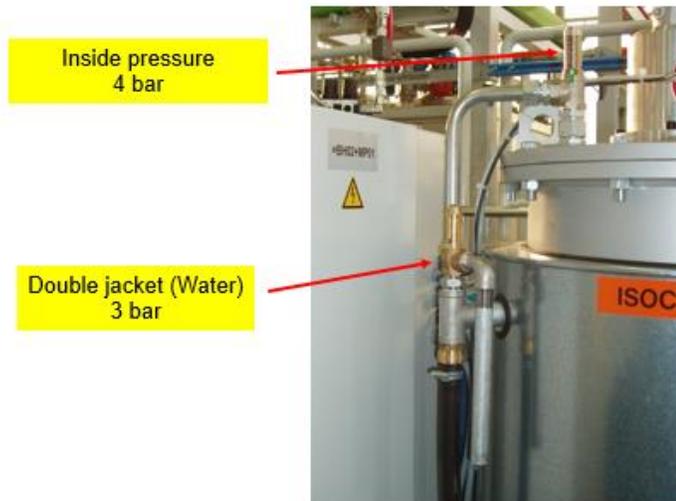
*Fig. 8.- Elementos que conforman el tanque de día.*

**Temperiergerät:**



*Fig. 8A.- Elementos que conforman el termostato.*

**Day tanks, safety valves:**

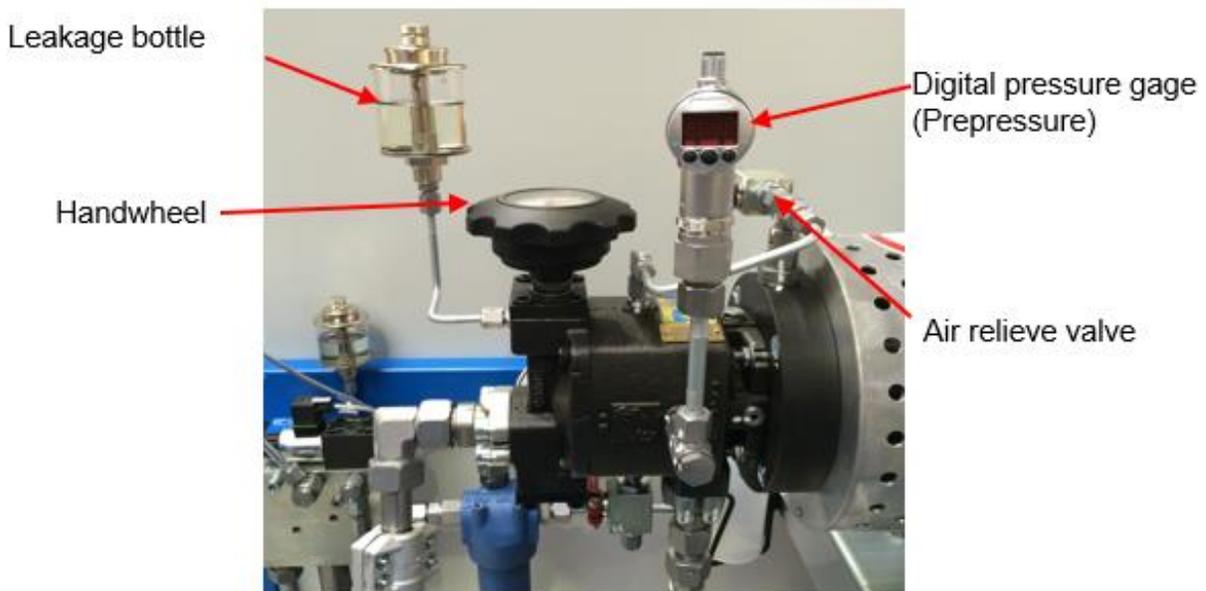


*Fig. 8B.- Válvulas de sobre presión.*

El corazón de la máquina HK es el sistema de bombas de alta presión y la medición de cada uno de los químicos para poder hacer la dosificación adecuada requerida para generación de piezas de foam (espuma).

Hydromatik Rexroth ha desarrollado esta bomba de pistón axial para aplicaciones PU con fuerte apoyo por parte de Hennecke, a continuación mostramos en la fig. 9 un ejemplo.

### Axial piston pump:



*Fig. 9.- Bomba de dosificación.*

### Característica de la bomba

La característica de la bomba se registrará con los componentes empleados para la producción, con el registro de la característica de la bomba se iniciarán los trabajos de rodaje. La característica de la bomba indicará la relación entre consigna de cantidad y número de revoluciones de la bomba (en caso de bombas reguladas por frecuencia). El controlador podrá así, en caso de una bomba regulada por

frecuencia, calcular un número de revoluciones basándose en una consigna de cantidad depositada en un programa de dosificación.

En caso de bombas no reguladas por frecuencia, el operador recibirá con ello una característica, de la cual puede leer el valor de ajuste de la bomba necesario para cada valor de nominal de cantidad.

Para la característica de la bomba se averiguará la cantidad de químico realmente transportada con diferentes intervalos seguidos de ajuste de cantidades transportadas, en la tabla 1 mostramos algunos ejemplos de tamaños de bombas para químicos.

Tamaño de bomba	Nr. Intervalo de ajustel			
	1	2	3	4
HL 12	2,5	5	7,5	10
HL 28	3	6	9	12
HL 55	4	8	12	16
HL 107	3,3	6,6	9,9	13,2

Tamaño de bomba	Nr. Intervalo de ajustel			
	1	2	3	4
HP 2	5	8	12	16
HP 6	5	8	12	16
HP 11	5	8	12	16

**Tabla 1.- Tamaños de bombas usadas en la industria por Hennecke.**

Dependiendo del tamaño de la máquina de moldeo por reacción el ajuste de la característica de la bomba debe realizarse con los parámetros usuales en la práctica, es decir:

- Los componentes tienen que estar a la temperatura necesaria para la producción y la presión de trabajo tiene que estar a un valor usual en la práctica.

La tabla siguiente indica valores de referencia para presiones de trabajo en dependencia del tamaño de las máquinas de moldeo por reacción de Hennecke.

Pero la presión óptima depende decisivamente del sistema de espumado empleado y ha de ser averiguado específicamente, en la tabla 2 mostramos algunas de las diferentes presiones de trabajo. Hay que respetar imprescindiblemente las indicaciones de los suministradores de materia prima y de las recetas, antes de averiguar la característica de la bomba deben ser cumplidas las siguientes condiciones previas:

Bombas dosificadoras tienen que estar en estado listo para el servicio, es decir:

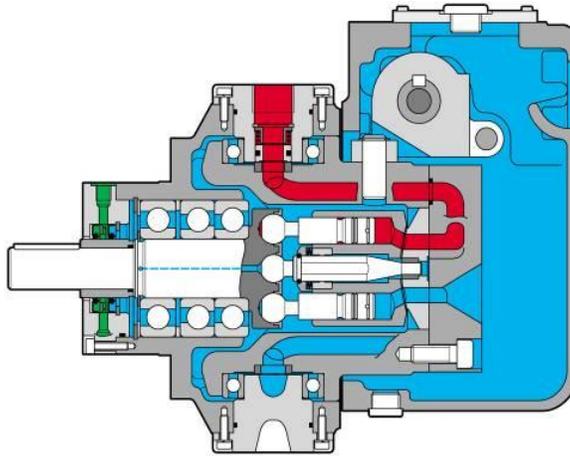
- Caja de la bomba llena de componente químico y libre de aire en el interior.
- Las uniones deben estar libres de obstáculos para que el químico fluya con facilidad.
- Los recipientes tanques de día están llenos químico y con aplicación de aire comprimido.

Tamaño	HK 65 TL	HK 130 TL	HK 270 TL	HK 650 TL	HK 1250 TL	HK 2500 TL
Presión de trabajo [bar]	180	160	150	140	120	100

***Tabla 2.- Presión de trabajo en dependencia del tamaño de la máquina de moldeo por reacción***

- La máquina de moldeo por reacción tiene que estar lista para la producción.
- Las bombas dosificadoras tienen que estar preseleccionadas a través de las teclas de función.
- Ajustar todos los parámetros de modo que el ajuste de la característica de la bomba se realizará bajo condiciones de producción.

Podemos observar en la fig. 10 en un corte transversal el interior de una bomba para químicos, sus sellos, baleros, parte de ahogamiento, pistones y revolver etc.



*Fig. 10.- Interior de una bomba Rexroth usadas por Hennecke.*

Nota: estas bombas deben de ser debidamente purgadas para evitar que cavite por acción del aire en su interior, de ser así la bomba se dañará de 3 a 8 horas.

### **2.2.3.- Sistema de Medición**

Siempre que se trabaja con un fluido, existe la necesidad de realizar un conteo de la cantidad que se transporta, para lo cual utilizamos medidores de flujo, mostrado en la fig. 11. Algunos de ellos miden la velocidad de flujo de manera directa y otros miden la velocidad promedio, y aplicando la ecuación de continuidad y la de energía se calcula la velocidad.



*Fig. 11.- Flujometro.*

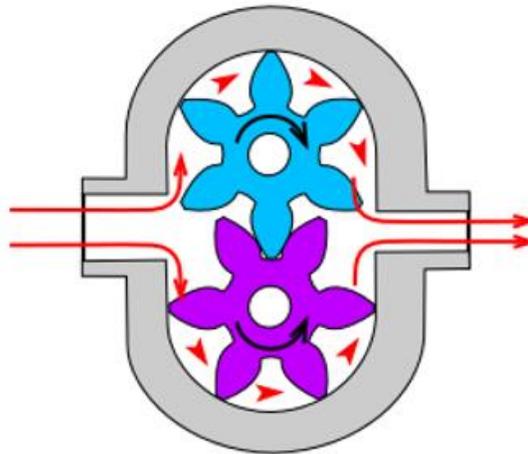
FACTORES PARA LA ELECCIÓN DEL TIPO DE MEDIDOR DE FLUIDO

---

- Intervalo de medición.
- Exactitud requerida.
- Perdida de presión.
- Tipo de flujo.
- Tipo de medición.
- Calibración.
- Medio Ambiente.
- Lugar de Ubicación.

Los medidores de flujo que aplicamos son los de engranes, mostrado en la fig. 12, esto facilita la medición del fluido dadas las viscosidades de los químicos.

**Flow metering**



*Fig. 12.- Interior de un flujometro de engranes*

Los Medidores de Caudal son dispositivos que, instalados en una tubería, permiten conocer el flujo volumétrico o caudal que está circulando por la misma, parámetro éste de muchísima importancia en aquellos procesos que involucran el transporte de un fluido.

2.2.4.- Cabezal de Mezcla o Mixing Head

Los cabezales de mezcla también llamados por su nombre en inglés Mixing Head son el último dispositivo de la máquina, con ellos tenemos la aplicación del PU, no por ello deja de ser de alta importancia para la fabricación de espuma con alta calidad, tal como lo demanda el cliente, a continuación en la fig. 13 mostramos varios tipos.

Auswahl Kriterien / Selection of criteria Mischkopftypen / Types of Mixhead		Leistungsdaten / Performance data			Abmessungen / Dimensions*				Eintrags-Art / Type of injection				Anwendung / Application						Accessories
		Anzahl Komponenten / Number of components	Laminare Austragsleistung bei Eintrag in offene Form [cm³/s] / Laminar output with injection into open mould [cm³/s]	Austragsleistung bei Anbau an Form [cm³/s] / Mixture attachment to mould [cm³/s]	Höhe [mm] / Height [mm]	Länge [mm] / Length [mm]	Breite [mm] / Width [mm]	Gewicht ca. [kg] / Weight approx. [kg]	Eintrag in offene Form / Injection into open mould	Anbau an Werkzeig / Attachment to mould	Sprühen / Spraying	Conti-Schäumen / Continuous foaming	Hart Schaum / Rigid foam	Weich Schaum / Flexible foam	Integral Schäumen / Integral skin foam	Pantane / Pantane	Füllstoffe / Fillers	Spezial Systeme / Special systems	Gleichdrucklösungen / Constant pressure injectors
Umkehrmischköpfe MT nutengesteuert / MT deflection mixheads, groove-controlled																			
	MT 3	2	3 - 20	20	215	100	90	4	+	+			■	+				+	
	MT 6	2	8 - 50	50	290	105	80	8	+	+			■	+				+	
	MT 8	2	25 - 150	300	395	170	130	17	+	+			■	+				■	+
	MT 12	2	50 - 300	600	400	175	130	17	+	+			■	+				■	+
	MT 18	2	125 - 600	1.200	450	200	140	24	+	+			■	+				■	+
	MT 25	2	300 - 1.300	2.900	570 / 660	250	185	46 / 50	+	+			■	+				■	+
	MT 36	2	500 - 2.500	5.000	985	343	262	100	+	+			■	+				■	+
	MT 12-4	4	50 - 300	600	410	205	185	24	+	+			■	+				■	+
MT 18-4	4	125 - 600	-	450	215	185	31	+	+			■	+				■	+	
MT 22-6	6	200 - 750	-	600	330	220	46	+	+			■	+				■	+	
Linearmischköpfe MN nutengesteuert / MN linear mixheads, groove-controlled																			
	MN 6 CSM <sup>1</sup>	3	6 - 40	-	65	155	65	4			+							+	
	MN 8 CSM <sup>1</sup>	2	20 - 180	-	90	20	165	7			+							+	+
	MN 10-4 CSM <sup>1</sup>	4	30 - 250	-	175	300	175	13			+					+		+	+
	MN 10-2 <sup>2</sup>	2	-	15 - 250	175	400	175	14		+	+							+	+
	MN 14 <sup>1</sup>	2	50 - 300	-	125	335	190	14				+						+	+
	MN 16 F	4	-	500 - 3000	180	480	180	27		+			+					+	+
	MN 20 F	4	-	1.000 - 5.000	210	485	210	39		+								+	+
MN 30 F	4	-	2.000 - 10.000	225	545	225	48		+								+	+	
Kasselmischköpfe MX nutengesteuert / MX orbital mixheads, groove-controlled																			
	MX 8	2	25 - 150	300	370	200	135	21	■	+			■	■	+	+		+	+
	MX 12	2	50 - 300	600	375	220	140	24	+	+			■	■	+	+		+	+
	MX 18	2	125 - 600	1000	415	240	140	31	+	+			■	■	+	+		+	+
	MX 12-3	3	50 - 300	600	375	220	140	24	+	+			■	■	+	+		+	+
Drahtschleiber-Mischköpfe MQ druckgesteuert / MQ throttle-controlled mixheads, nozzle-controlled																			
	MQ 6	2	25 - 150	300	535	255	220	23	+	+			■	■	+	+		■	+
	MQ 12	2	50 - 300	600	535	255	220	23	+	+			■	■	+	+		■	+
	MQ 18	2	125 - 600	1.400	675	290	220	31	+	+			■	■	+	+		■	+
	MQ 25	2	400 - 1.000	4.000	700	315	285	58	+	+			■	■	+	+		■	+
	MQ 12-4	4	50 - 300	600	535	245	230	26	+	+				+				■	+
	MQ 18-4	4	125 - 600	1.400	675	290	230	33	+	+				+				■	+
	MQ 25-4	4	400 - 1.000	4.000	700	335	320	61	+	+				+				■	+
Mischköpfe MD druckgesteuert / MD mixheads, pressure-controlled																			
	MD	2	70 - 1.000	-	55	105	220	2					+					+	+
Mischköpfe luftgereinigt / Air-cleaned mixheads																			
	ML 12	2	150 - 600	-	175	150	100	7	+				+	+				■	
	ML 18	2	1.000 - 3.500	-	200	160	160	9	+				+	+				■	
	ML 25-4	4	2.000 - 9.000	-	225	150	225	20	+				+	+				■	
	ML 14	2	100 - 1.500	-	240	225	180	12	+				+	+				■	+
ML 25	2	750 - 5.000	-	300	285	235	21	+				+	+				■	+	
Rührmischköpfe / Stirrer mixheads																			
	MEL-9C	4 (+ 4)	7 - 260	-	540	340	175	30	+									+	+
	MEL-9C	4 (+ 2)	7 - 500	-	830	320	350	86	+									+	+
	Blockschaummischer Stabstock misler	variabel	1.500 - 10.000	-	450	180	180	300	+									+	+
	Mischkopf / Mixhead HK5000-R	2	1.500 - 7.500	-	1.570	560	300	270	+									+	+

Fig. 13.- Tipos de cabezales mezcladores de alta presión Hennecke.

Existen diferentes tipos de cabezales, en este caso se mostrará el usado en la industria automotriz fig. 14 para la fabricación de asientos.

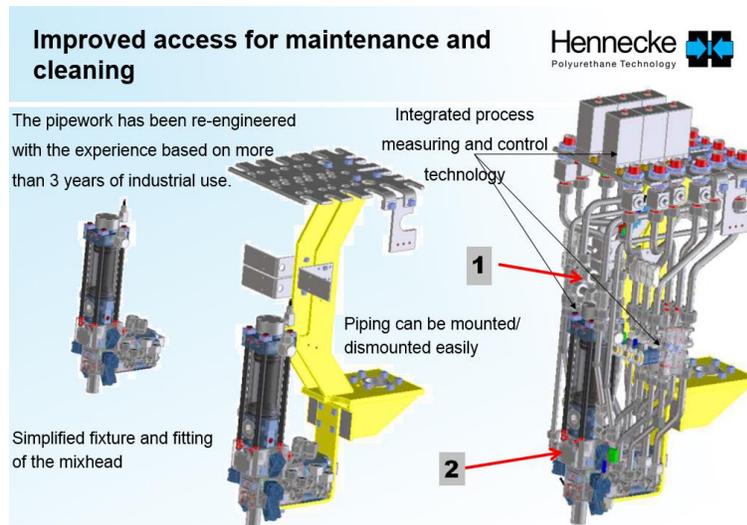


Fig. 14.- Cabezal de Mezcla de seis componentes, para montaje en robot.

El sistema de la máquina de moldeo por reacción está diseñado como estándar para el servicio con un cabezal dosificador de émbolo de mando hidro-eléctrico.

Si deben ser conectados varios cabezales dosificadores en la máquina, tiene que estar previsto un dispositivo de dosificación en régimen de puestos múltiples.

El tamaño del cabezal dosificador depende de la gama de rendimiento necesaria para la producción. La denominación exacta del cabezal dosificador se indica en los datos técnicos.

Las funciones del cabezal dosificador se controlarán hidro-eléctricamente. Para ello, se dispone de un grupo hidráulico.

Para el cabezal dosificador existen instrucciones de servicio propias con descripción de funcionamiento de los elementos de mando hidráulico.

Caja de mando del cabezal dosificador

Para activar la funciones del cabezal dosificador, p.e., arranque de programa, paro y limpieza del cabezal dosificador, está instalada una caja de mando en el cabezal

dosificador mismo o en su alrededor. Los conmutadores, luces de indicación y sus funciones están descritos exactamente en las "Instrucciones de servicio Top Line.

El grupo hidráulico es parte de la máquina de moldeo por reacción.

Está montado en la máquina. Las funciones hidro-eléctricas están integradas en la cadena de control de la máquina de moldeo por reacción.

## Funciones

### 1. Funciones del cabezal dosificador.

Funciones del cabezal dosificador:

El ejercicio de las funciones del mando hidráulico de las funciones del cabezal dosificador está descrito en las instrucciones de servicio del cabezal dosificador. Circuito de baja presión: La válvula de mando hidráulica de la conmutación de baja presión lleva la válvula de cambio a posición de alta presión o de baja. En cabezales mezcladores con toberas mandadas hidráulicamente (cabezales mezcladores Tipo MQ, ML) se requiere una presión menor para el mando de las toberas que para el mando de las demás funciones del cabezal dosificador y el mando del circuito de baja presión. Por ello existen en éstos cabezales mezcladores dos circuitos hidráulicos con diferentes niveles de presión, que normalmente se alimentan de un grupo hidráulico. El circuito hidráulico para el mando de las funciones del cabezal dosificador y del circuito de baja presión se llamará a continuación Circuito hidráulico 1, él para el mando de las toberas del cabezal dosificador Circuito hidráulico 2. Un grupo hidráulico para el mando de cabezales mezcladores sin toberas mandadas hidráulicamente (Cabezales mezcladores Tipo MX) tienen la misma estructura, sólo que existe un solo circuito hidráulico. A continuación se describirá un grupo hidráulico para el mando de cabezales mezcladores con toberas mandadas hidráulicamente y para el mando de cabezales mezcladores sin toberas mandadas hidráulicamente.

Se describirá detalladamente el grupo hidráulico para el mando de cabezales mezcladores con toberas mandadas hidráulicamente. Para el grupo hidráulico para el mando de cabezales mezcladores sin toberas mandadas hidráulicamente, todas las descripciones relativas al circuito hidráulico

### **2.2.5.- Mando hidráulico**

Podemos observar en la fig. 15 una unidad hidráulica usada en una máquina de inyección estándar, para el movimiento de los pistones del cabezal.

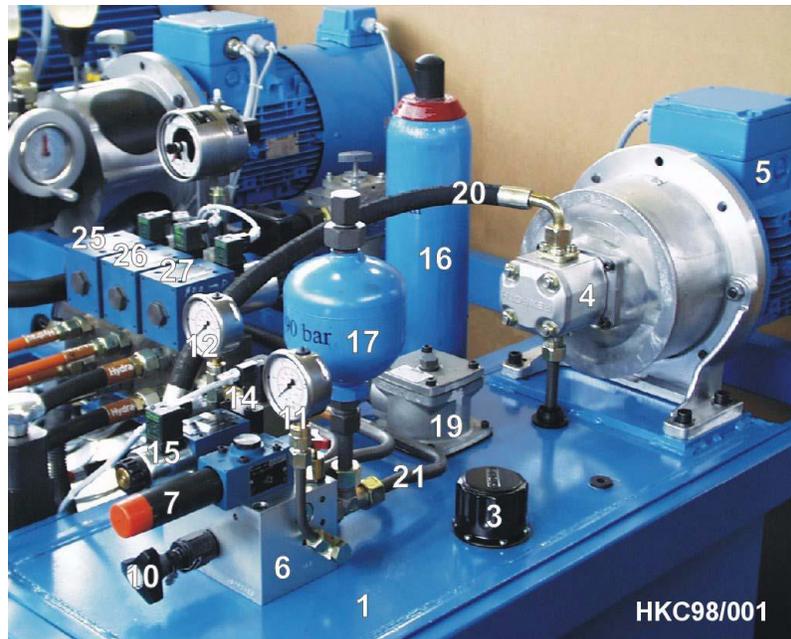


Fig. 15.- Grupo hidráulico de cabezales mezcladores

- |  |  |
|--|--|
| 1 Recipiente de aceite hidráulico (Depósito)   | 16 Acumulador de presión para circuito hidráulico 1        |
| 3. Manguito de carga con filtro fino, también purga de aire  | 17 Acumulador de presión para circuito hidráulico 2        |
| 4. Bomba hidráulica  | 19 Filtro de retorno                                       |
| 5. Motor propulsor para bomba hidráulica   | 20 Conducción de presión de bomba hacia el bloque de mando |
| 6. Bloque de mando   | 21 Conducción de presión Circuito hidráulico 1             |
| 7. Válvula reductora de presión de sistema de toberas  | 25 Válvula de mando para el control de tobera              |
| 10. Válvula limitadora de presión para la presión de sistema máx. (válvula de seguridad) incl. llave de descarga | 26 Válvula de mando para el control de estrangulación      |
| 11. Manómetro para circuito hidráulico 1   | 27 Válvula de mando para el control de expulsor            |
| 12. Manómetro para circuito hidráulico 2   |  |
| 14. Pulsador Circuito hidráulico 1   |  |
| 15. Válvula de presurización   |  |

Funcionamiento del grupo hidráulico, activando el grupo hidráulico a través de la tecla de función F1, arrancará la bomba hidráulica. Está en marcha permanente (a parte del Cabezal dosificador ML), siempre que el grupo hidráulico esté activado. La bomba transporta al sistema. Se llenará el acumulador de presión del sistema hidráulico. La presión de sistema se establecerá. Alcanzando la presión de mando máxima, se conmutará la válvula de presurización a posición de recirculación sin presión. El aceite hidráulico se desviará en el bloque de mando y volverá al depósito. Cuando la presión se haya reducido por aprox. 20 bares a causa del consumo por las elevas variaciones de trabajo o, a largo plazo, por derrame, conmutará de nuevo

la válvula de presurización. El sistema se rellenará hasta alcanzar la presión máx. De mando.

Las válvulas de mando para el cabezal dosificador están montadas directamente en el cabezal dosificador o en un bloque de conexiones en las cercanías inmediatas del cabezal dosificador, según tipo y diseño del cabezal dosificador. Las válvulas de mando para el circuito de baja presión están montadas en el bastidor de máquina. Se emplearán válvulas distribuidoras electromagnéticas 4/2 o 5/2 con reposición por muelle.

Tanto para el circuito hidráulico 1 como para el circuito hidráulico 2 está montado un manómetro visual para la indicación de la presión real. Los manómetros están conectados directamente en el bloque de mando. Sirven también para la comprobación de la presión de pretensión del acumulador de presión.

El acumulador de presión sirve para la compensación de picos de presión así como para el almacenaje del líquido hidráulico y con ello, de la presión hidráulica. Pieza de líquido y pieza de gas (llenado de nitrógeno) están separadas por un elemento separador impermeable a los gases (burbuja o membrana). La pieza de líquido del acumulador está conectada con el sistema del circuito hidráulico aumentándose la presión. Se llenará el acumulador de presión, con ello, se comprimirá gas en la pieza reduciéndose la presión en el sistema, se expandirá el gas comprimido y presionará el líquido de presión almacenado en el circuito.

Los acumuladores de presión deben operarse con una presión inicial (estándar 90 bares).

Esta presión inicial ha de controlarse a intervalos regulares. Para ello, se puede proceder según el método de ensayo descrito en el capítulo "Avisos de mantenimiento generales". Un ensayo exacto se realiza empleando un manómetro de medición con adaptador de acumulador correspondiente. En nuevas instalaciones, hay que comprobar la presión inicial de acumulador semanalmente. Si a cabo del segundo ensayo semanal, la presión está todavía correcta, pueden prolongarse los intervalos de ensayo. Se recomienda una revisión por mes, como se muestra en la fig. 16.

En la siguiente figura observamos solo el acumulador fuera de la unidad hidráulica.

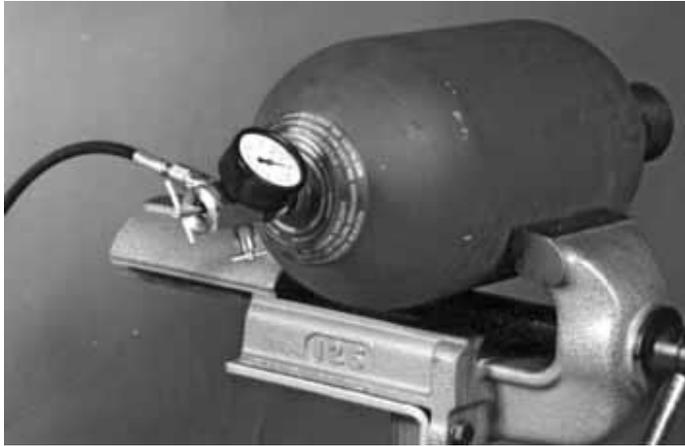


Fig. 16.- Acumulador hidráulico.

### 2.2.6.- Inyectores de alta presión

Los inyectores fig. 17 son clave para el correcto funcionamiento del cabezal, con ellos se podrá generar alta presión para lograr un choque muy fuerte entre los químicos de esta manera poder lograr el mezclado de los químicos y la reacción tendrá como resultado poliuretano en fase líquida, se explicará más adelante los ajustes de presión para lograr este trabajo.

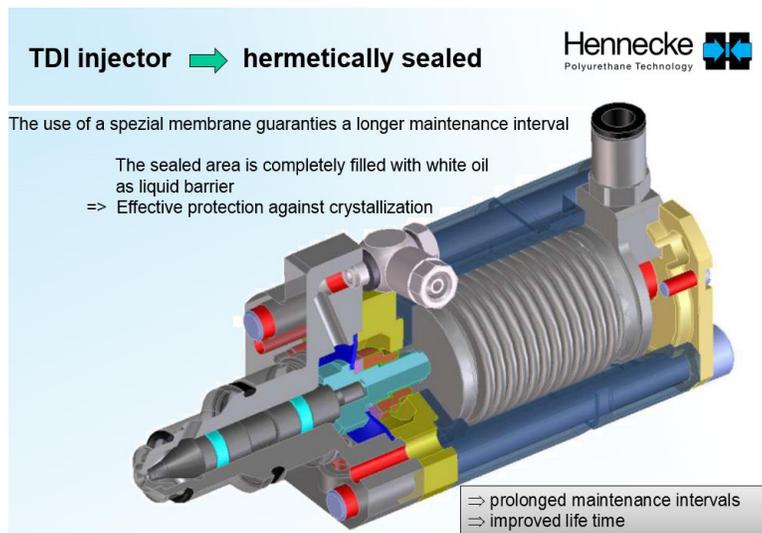


Fig. 17.- Inyector de presión constante controlado por neumáticamente.

a) Ajuste de la presión de circuito de alta presión en cabezales mezcladores.

En el cabezal dosificador Tipo MT las toberas se mantendrán siempre en la misma posición. Tanto en el transporte de circulación como en la inyección húmeda, los componentes fluyen a través de la ranura de tobera ajustada pasando la aguja de tobera.

Durante la recirculación se cerrará la cámara mezcladora mediante el émbolo de mando que está provisto de canales.

A través de éstos canales los componentes se llevarán en circulación.

Cuando se llama una inyección húmeda, el émbolo de mando liberará la cámara mezcladora, los componentes se descargarán a través del cabezal dosificador.

Como no se cambia la posición de la aguja de tobera, corresponde la presión de alta presión a la presión de trabajo el ajuste del circuito de alta presión (igual a la presión de trabajo) se realiza en el modo de servicio "Circuito de alta presión" cambiando el ajuste de la ranura de tobera.

¡No ajustar toberas durante la recirculación del modo de baja presión!

b) Presión de trabajo.

Una inyección hace arrancar las bombas desde estar paradas, de los accionamientos de bomba (con el sistema hidráulico preseleccionado) o en los modos de servicio "Circulación permanente", "Circuito de alta presión " y "Circuito de intervalos con disposición de producción".

Activando una inyección, las válvulas de cambio de baja presión se cerrarán y los componentes se transportarán completamente a través del cabezal dosificador.

Se establece la presión de circuito de alta presión. Los elementos de mando del cabezal dosificador se llevarán hidráulicamente a posición de inyección y los componentes se descargarán a través del cabezal dosificador.

Con ello, se establecen las presiones de trabajo en las conducciones de presión.

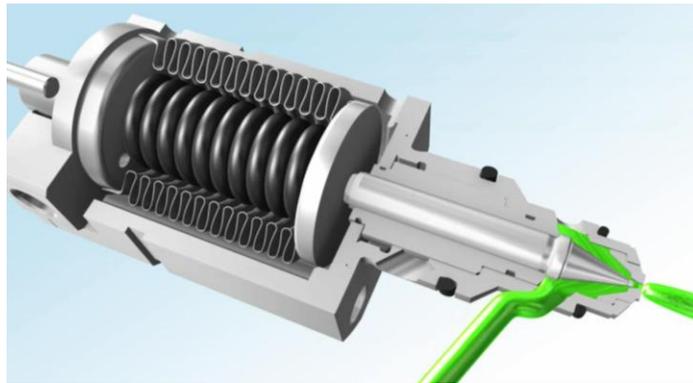
Estas presiones de trabajo se hacen ajustando o cambiando la elevación de las agujas de toberas en el cabezal dosificador.

En caso de los cabezales mezcladores MQ y ML las agujas de toberas se llevarán a la posición de espumaje llamando una inyección. Con ello, se liberarán las ranuras de tobera ajustadas.

Los componentes se descargarán a través de las toberas a la cámara mezcladora y se establecerán las presiones de trabajo en las conducciones de presión.

Estas presiones de trabajo pueden ajustarse cambiando la elevación de las agujas de toberas en el cabezal dosificador.

En la fig. 18 podemos observar uno de los inyectores de presión constante durante una de las inyecciones de químico, este inyector es de presión constante auto ajustable por medio de fuelle neumático y resorte.

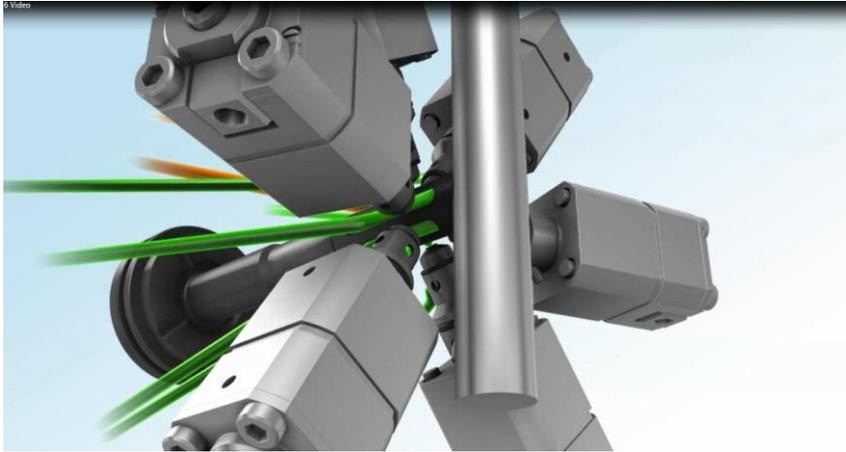


*Fig. 18.- Inyector de mezcla neumático con inyección activa.*

Ya que la presión de trabajo se establece sólo al cambio de las toberas en posición de inyección, es decir, realizándose una inyección, tiene que realizarse el ajuste de la presión de trabajo realizándose una inyección. Por lo tanto, hay que colocarse el cabezal dosificador durante los trabajos de ajuste de las toberas sobre un recipiente colector apropiado.

Atención: Durante la descarga de ambos componentes espumará la mezcla

En la fig. 19 podemos mostramos uno de los cabezales de mezcla con 6 elementos, los verdes polioli y el naranja isocianato, trabajando en conjunto con los dos pistones del cabezal.



*Fig. 19.- Interior del cabezal de mezcla con 6 componentes en recirculación.*

### CAPÍTULO III.- INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA MÁQUINA TOP LINE HK

La ejecución del proyecto conlleva a múltiples actividades las cuales se realizan de acuerdo a la planeación, planteada en la Tabla número 3.

semanas de instalacion y puesta en marcha																				
Actividades	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	w10	w11	w12	w13	w14	w15	w16	w17	w18	w19	w20
Recepción de contenedores directo de Alemania y China. (Técnico Mexicano)	→																			
Trazo de líneas en el espacio destinado por el cliente para la colocación de la máquina. (Mecánico Aleman)	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→						
Instalación de estructura primaria.		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→						
Instalación de estructuras B			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Instalación de subensables. (eléctrico Aleman)			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Pruebas Mecánicas																				
Pruebas en automático																				
Ingeniero de servicio Mexicano.	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Ingeniero mecánico Aleman	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Ingeniero eléctrico Aleman			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Ingeniero electrónico Aleman																				
Ingeniero Arranque y puesta en marcha																				

Tabla 3.- Ejecución de actividades por semana.

Recepción de contenedores directo de Alemania y China. (Técnico Mexicano). Esta actividad consiste en lo siguiente, el técnico de servicio es el encargado de recibir los contenedores marítimos, abrirlos y observar posibles daños para el reporte a Alemania y empezar de ser necesario con la construcción de la pieza afectada. También es el responsable de descargar (maniobra mecánica) y colocar dentro de la planta para poder tomar las secciones necesarias en el ensamble.

Trazo de líneas en el espacio destinado por el cliente para la colocación de la máquina. (Mecánico Alemán)

Esta actividad conlleva a marcar sobre el piso las líneas de acomodo, se trazan con tira-líneas y se protegen con barniz para que no puedan ser borradas, esto es toda la base de colocación de la máquina, en la posición determinada por el cliente, un error en esto implica que toda la estructura quede orientada en una posición errónea, se explicara brevemente las etapas.

#### a) Instalación de estructura primaria

Aquí se mostraran los primeros elementos de la máquina como son columnas de soporte y transversales además de todos los elementos que soportara los subensambles mecánicamente, es importante resaltar que toda esta estructura se atornilla con tornillos de grado 8 y que posteriormente al armado se aplica un torque a la tornillería de acuerdo a las especificaciones técnicas.

### **b) Instalación de estructuras B**

Las estructuras B son elementos que están colocados sobre la estructura principal, y que sirven como fijación de los elementos de campo, lámparas o evitan el movimiento oscilatorio de la estructura principal.

### **c) Instalación de subensambles (Eléctrico Alemán)**

Al iniciar con esta actividad estamos colocando los elementos eléctricos, neumáticos, hidráulicos, charolas de ruteo etc. Será base fundamental de todos los elementos que conforman la parte de automatización de la máquina y que como resultado nos darán el monitoreo y funcionamiento de la máquina como un conjunto.

### **d) Pruebas Mecánicas**

Con la realización de esta actividad tenemos un avance significativo y se vislumbra el término de la instalación, si con el movimiento de la máquina a baja velocidad todos los elementos trabajan acorde a las necesidades y los elementos eléctricos funcionan como los necesitamos, es posible liberar a dos ingenieros Alemanes y entramos a las etapas de entrega al cliente interno.

### **e) Pruebas en automático**

Esta actividad es primordial para la entrega del equipo aquí podemos hacer pruebas sin químicos únicamente con mesamol en el interior de la máquina, pero nos permite revisar:

- La presión del sistema hidráulico.
- La presión del sistema de químicos.
- La presión del sistema neumático.
- La presión del sistema de agua de enfriamiento.
- Verificación de no fugas en las tuberías.
- La sincronización de todos los elementos (conveyor, robots, carros, termorreguladores, bombas de químicos etc.)

Una vez concluidas estas pruebas podemos realizar pruebas con químicos (isocianato y polio), para la generación de la primera pieza, en la fig. 20 mostramos la máquina totalmente ensamblada.



*Fig. 20.- Planta ensamblada.*

### 3.1.- Introducción

Las máquinas para fabricación de asientos son de las más grandes construidas por Hennecke fig. 21, la necesidad del cliente es fabricar varios juegos de piezas en el menor tiempo posible.

Por lo tanto la máquina se fabrica de manera modular, con tantas bombas y tanques de día como componentes requiera el cliente.

Para esta presentación tratamos una máquina con 42 Posiciones dobles, para la fabricación de asientos, con dos robots y dos cabezales de mezcla de varios componentes. A continuación veremos algunos de los esquemas generales de la máquina, con ello nos podemos ver las dimensiones aproximadas.

La máquina **WKH 40 – 2000** fig. 22, está conformada también por el sistema de extracción preparada para la producción continua de tal forma que esperamos 2800 a 3400 piezas por turno. Este tipo de máquinas puede trabajar tres turnos por siete días de la semana.

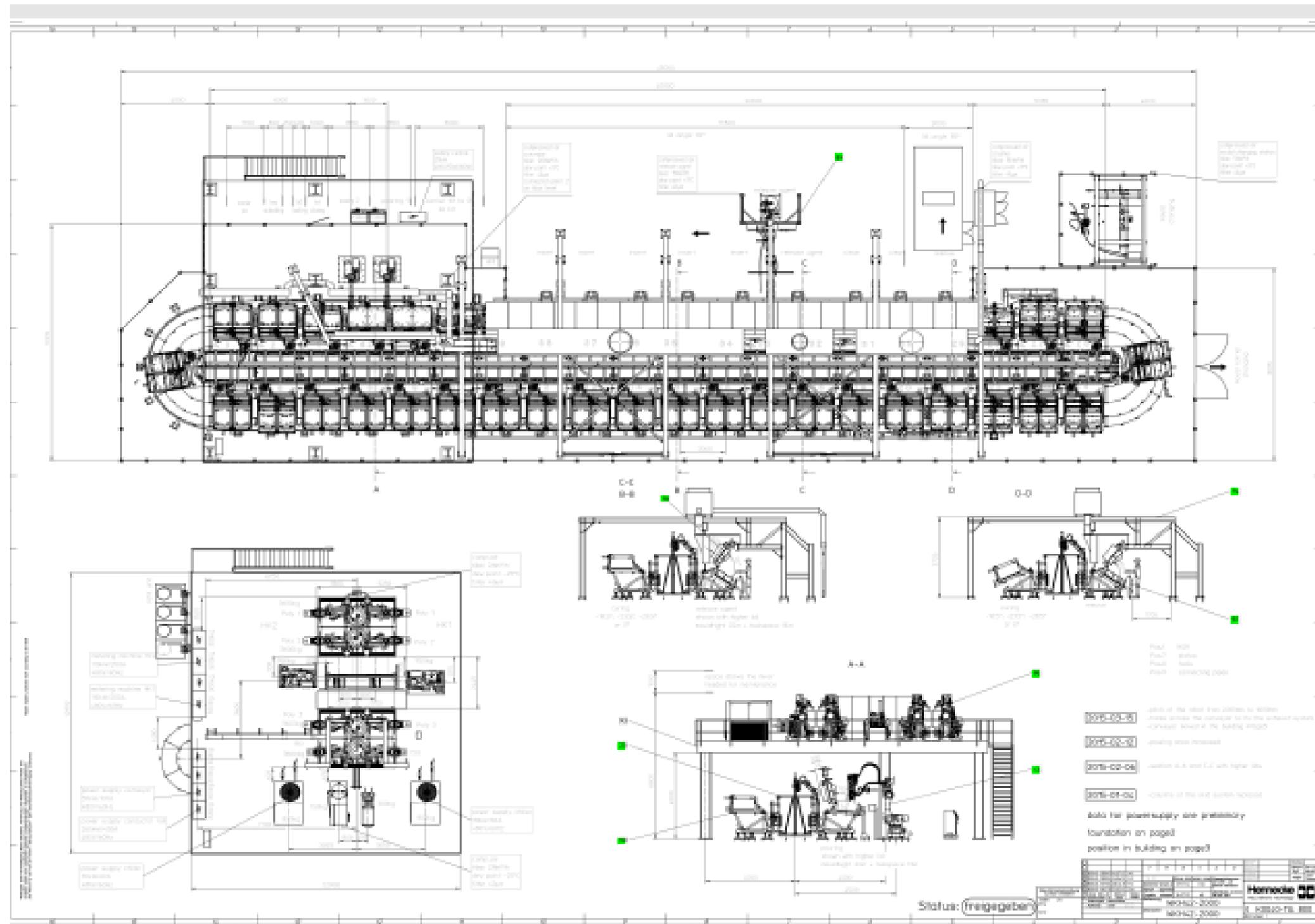


Fig. 21.- Diagrama en varias vistas mecánico de la máquina HK

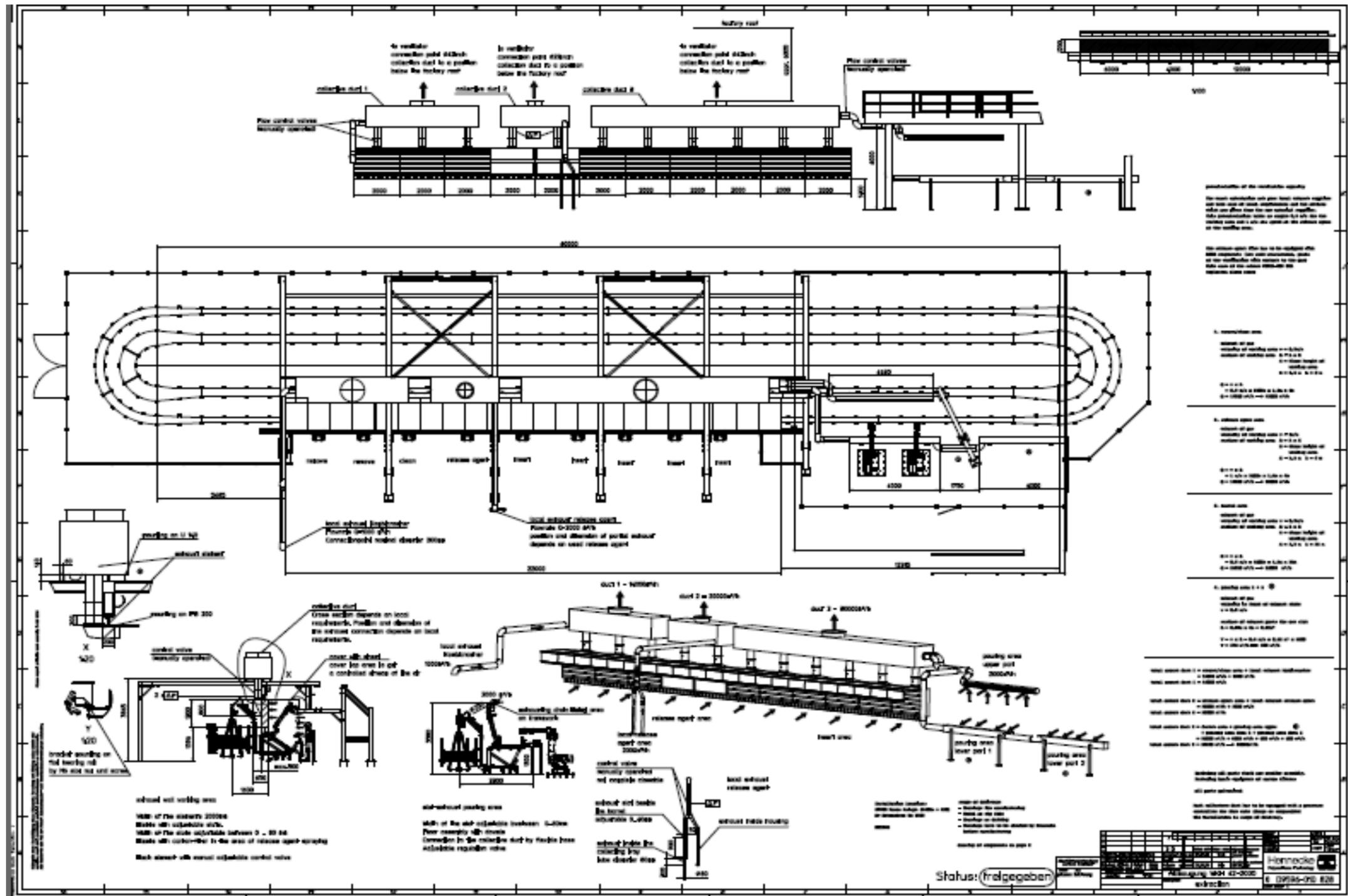


Fig. 22.- Diagrama sistema de extracción de la máquina HK

### 3.2.- Desarrollo del proyecto

Durante el desarrollo de ese proyecto se mencionarán las múltiples fases de la instalación, mecánica, eléctrica, electrónica, fig. 23.

A continuación se presenta la estructura de la organización por fases, cada una de estas se lleva independientemente en algunos puntos a la par y en todos estos temas por lo cual mi presencia es requerida durante todo el proceso como enlace entre trabajadores alemanes, mexicanos y cliente, sin dejar a un lado la participación en cada una de las partes y sub ensambles de la máquina.

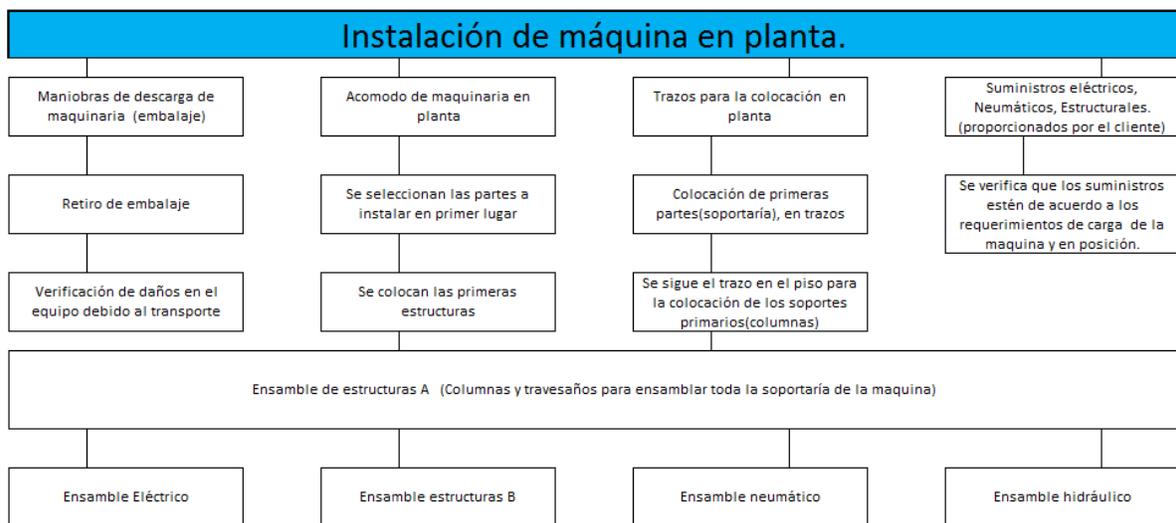


Fig. 23.- Diagrama general de la instalación.

En el siguiente esquema fig. 24, se observa cómo se conforma las partes de la línea y las secciones que la conforman

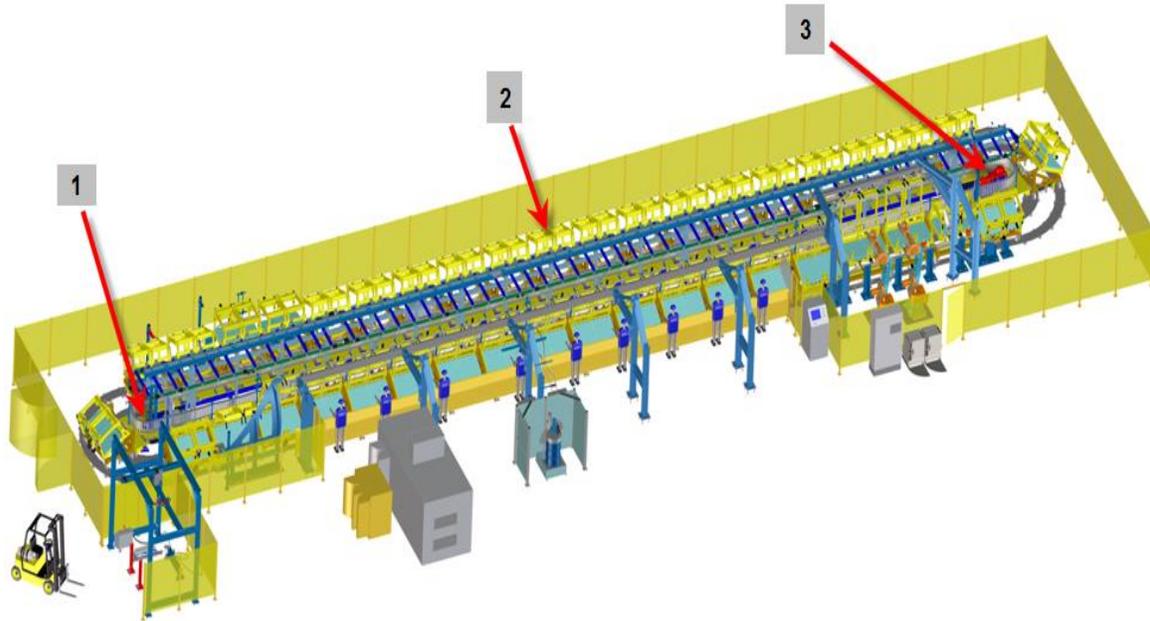


Fig. 24.- Muestra la línea completa Hennecke HK. 1) Estación de cambio de molde, 2) Cambio de posición del molde, 3) Sistema de tracción

### 3.3.- Sub ensambles

Los subensambles pueden llevarse en paralelo con los ensambles mecánicos principales (a), dependiendo de la participación de estos, con esto los tiempos se verán afectados para poder reducir el tiempo y entregar al cliente de manera puntual.

#### 3.3.1.- Estructuras secundarias

A continuación en la fig. 25, se presenta la estructura para cada uno de estos puntos.

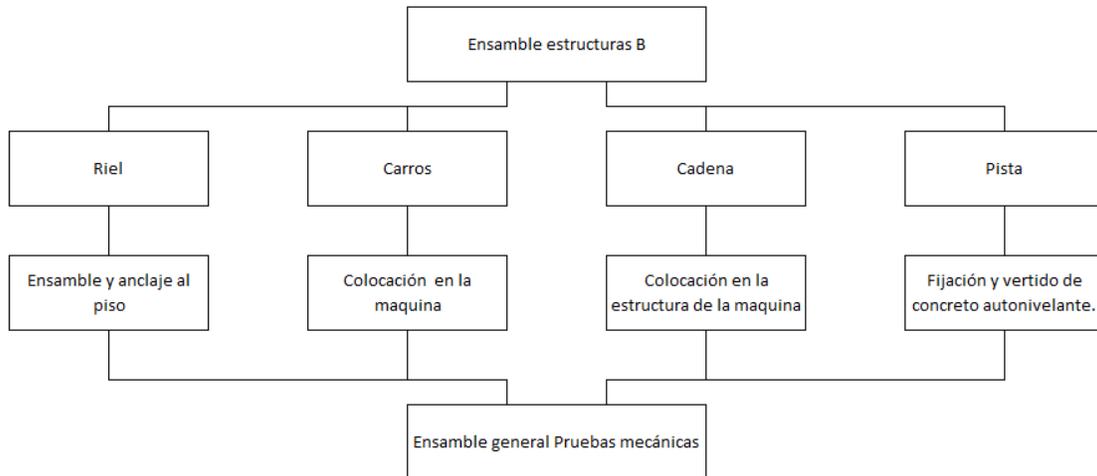


Fig. 25.- Sub ensamble mecánico estructuras secundarias para la máquina Hennecke.

Se apreciarán partes de estas estructuras y a lo largo del desarrollo se verá la línea completa, por lo que presentaremos dibujos representativos dando una breve explicación de la participación de cada una de ellas, en la fig. 26 mostramos el tipo de transmisión.

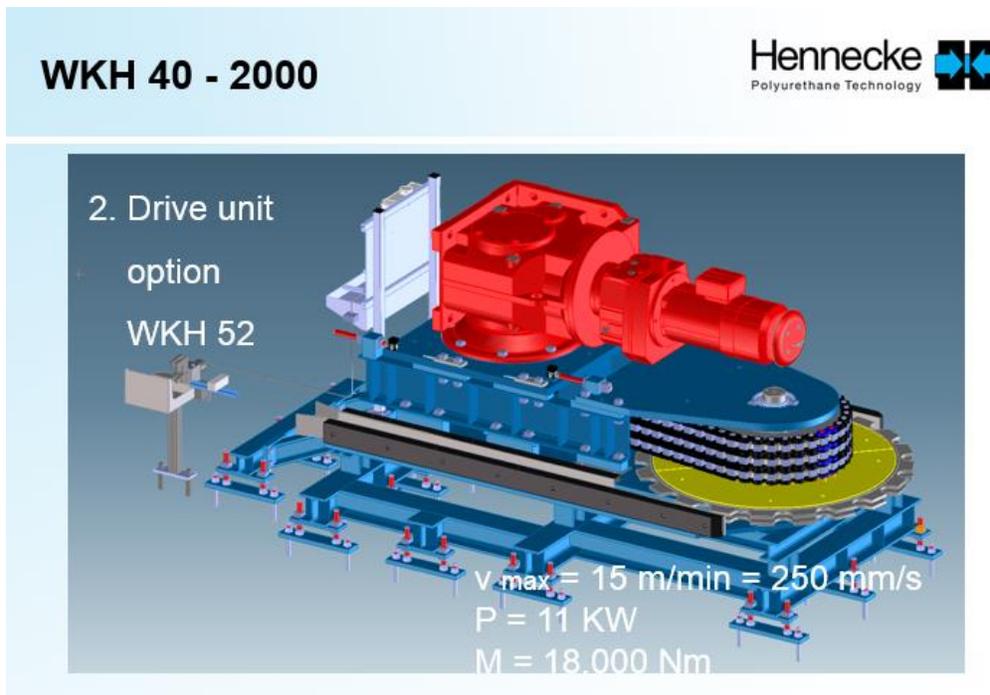
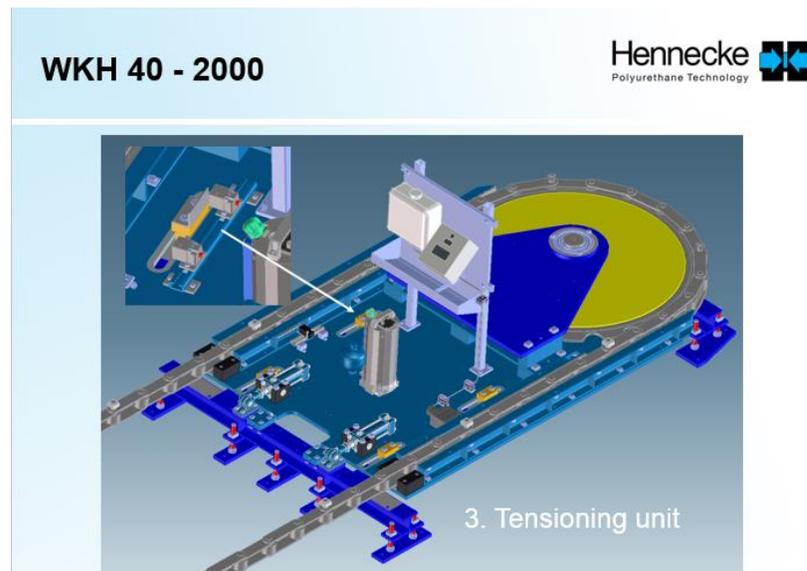


Fig26.- Transmisión conveyor

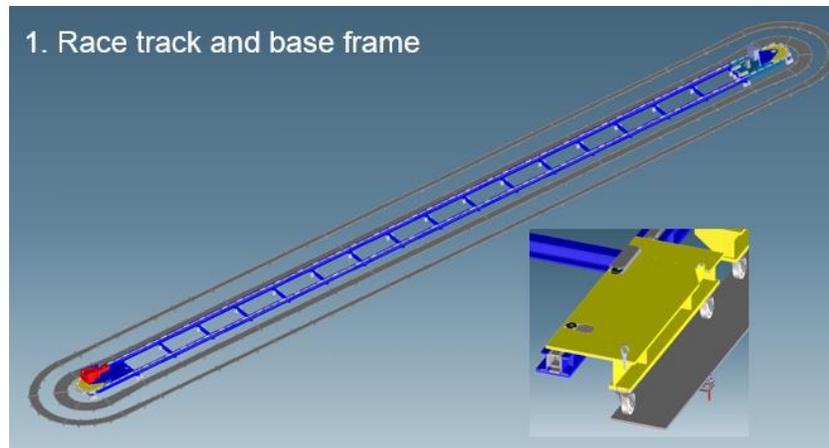
En este dibujo se observan la transmisión mecánica de tres etapas de reducción, controlada por un motor de corriente alterna trifásico con freno de voltaje de operación 460 vca, que a su vez está controlado por un variador de velocidad el cual tiene una relación directa con el PLC, de tal suerte que se controla desde la computadora del usuario la velocidad a la que trabaja esta línea.

En la fig. 27 mostramos la contraparte de la transmisión, el caso particular de esta línea de producción se ajusta a 10 vueltas por hora, pero tiene la capacidad máxima de 14 vueltas por hora.



*Fig. 27.- Tensor de cadena conveyor*

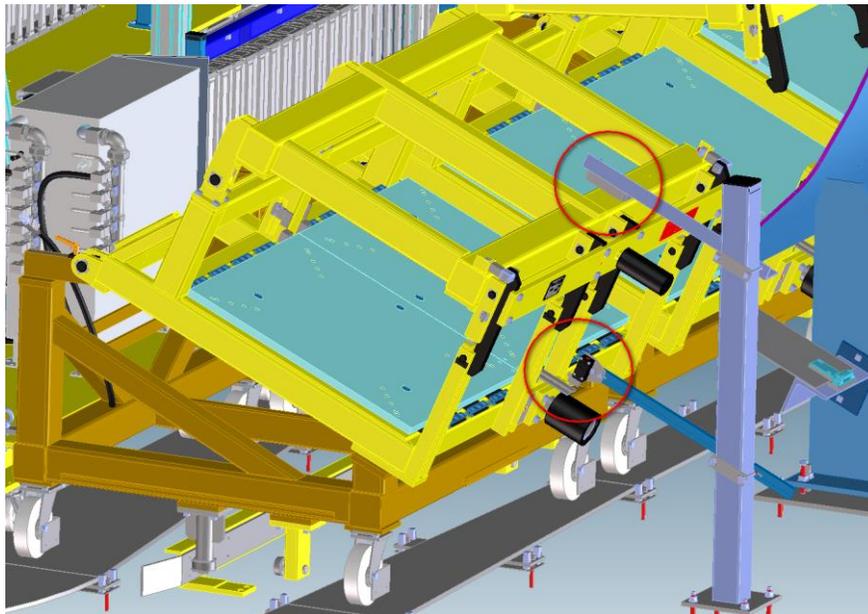
En este dibujo logrará apreciar la siguiente parte de la transmisión, es la encargada de dar la tensión adecuada a la cadena hidráulicamente y neumáticamente y también cuenta con los monitores de elongación estos monitores son dos sensores ubicados de manera tal que nos indicara cuando la cadena está alargándose por los efectos mecánicos de desgaste.



*Fig. 28.- Montaje de frame en cadena*

Ahora ya con la presentación de los extremos se presenta la totalidad de la transmisión fig. 28 con la cadena colocada y el detalle de los Buggys y pista estos son los encargados de recibir los porta-moldes que se muestran enseguida.

En la fig. 29 podemos apreciar los carros porta- moldes insertados en los Buggy, y sobre la pista guía.

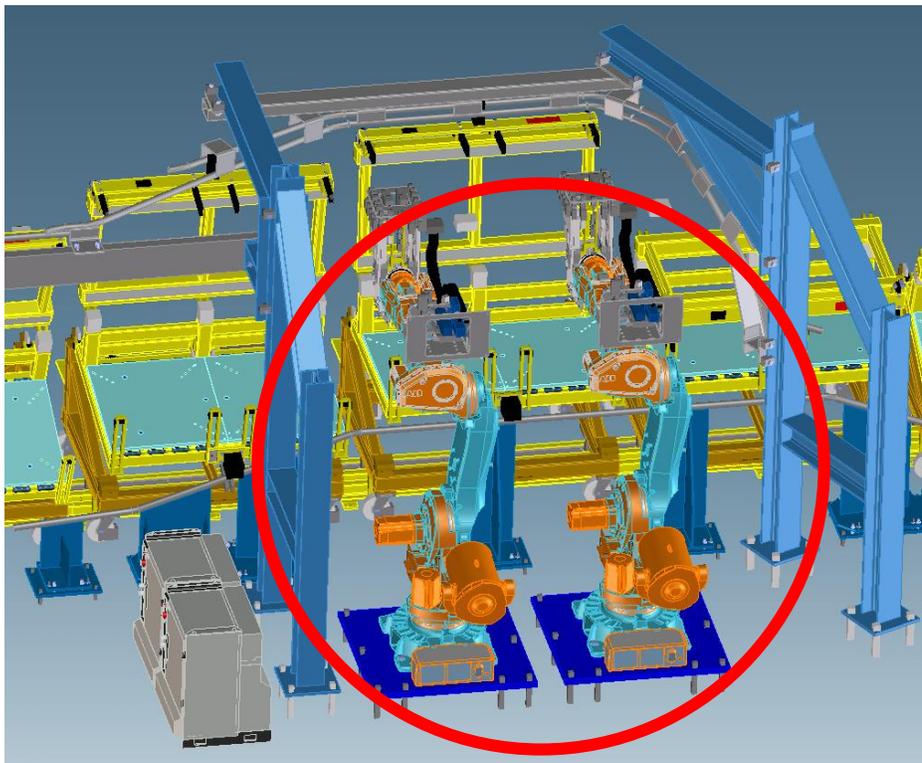


*Fig. 29.- Porta-moldes colocado en frame*

Se aprecia que dentro de todos estos sub-ensambles los robots que juegan un factor muy importante, tanto para el correcto vertimiento del poliuretano como para la realización del patrón a seguir para que el llenado de las piezas sea adecuada para generar piezas de poliuretano de calidad.

Las piezas ejercer un factor muy importante para la entrega adecuada de la producción es por ello que se debe tener la máquina con una buena supervisión, de ahí la importancia de la instrumentación.

Los robots están fijos mostrados en la fig. 30 con taquetes químicos que absorben movimiento, esto es así dado que los robots todo el tiempo se están moviendo en diferentes patrones y con diferentes velocidades, además cargan el cabezal que con mangueras y estructura pesa aproximadamente 700KG.



*Fig. 30.- Robot's en posición de inyección*

Dentro del oval se encuentran los robots mencionados en la figura de marca fanuc.

### **3.3.2.- Ensamble eléctrico**

Dentro de este punto se enlazan todos los equipos eléctricos de campo y tableros eléctricos para poder lograr el control desde los gabinetes y las computadoras instaladas en cada una de las secciones, podemos apreciarlo de manera global en la fig. 31.

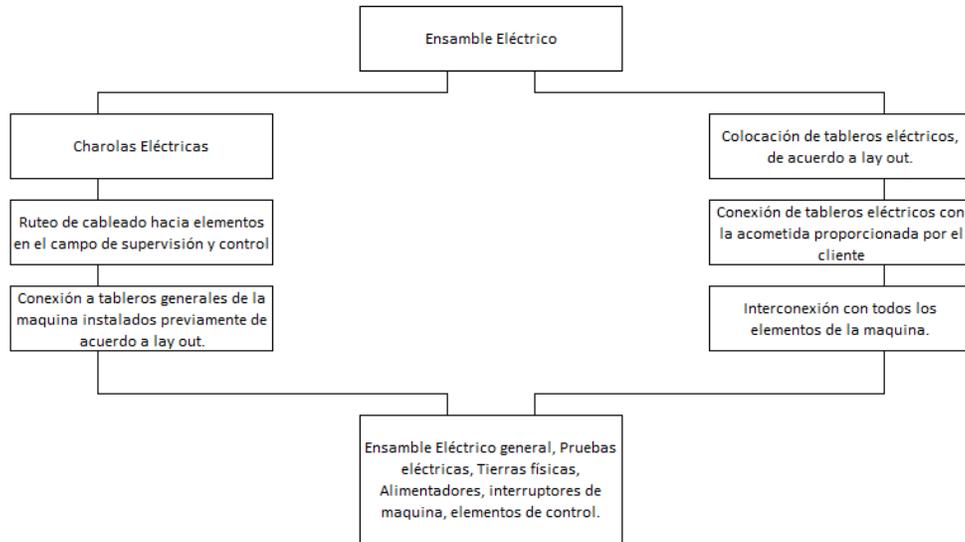


Fig. 31.- Sub ensamble eléctrico de la máquina Hennecke.

En esta sección presentaremos varias partes eléctrica fig. 32, que requiere el equipo para realizar su trabajo en posiciones estratégicas para tener la mejor oportunidad de realizar un alto desempeño.

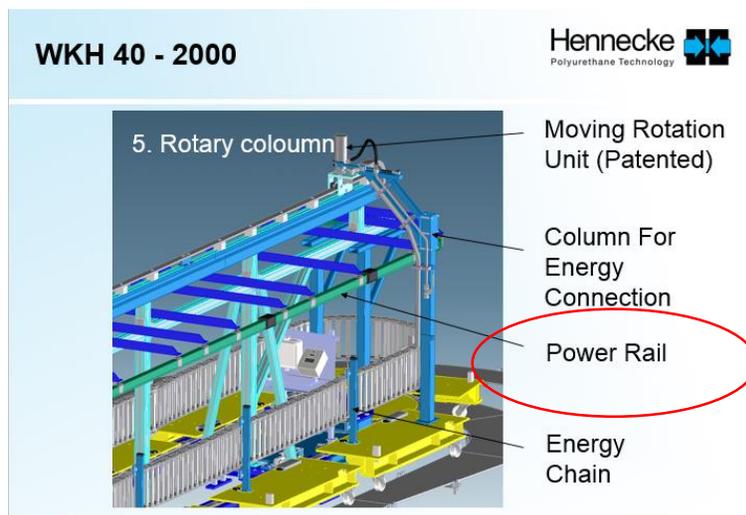


Fig. 32.- Riel de conducción eléctrica 460 VCA.

Podemos apreciar en color verde el riel eléctrico que no es otra cosa más que el conductor de energía trifásica montado sobre la misma línea de arrastre de los buggys, el interruptor principal de este bus eléctrico está en la sección de tableros y es un interruptor con características especiales capaz de detectar disturbios eléctricos y mandar señales al PIC para obtener fallas o alarmas y desplegarlas en la computadora de operador.



*Fig. 33.- Tablero eléctrico dentro del Oval para 6 carros*

En la figura 33 observamos uno de los tableros dentro del conveyer alimentado por el trole eléctrico, que está conectado al riel circular de color verde en donde toma voltaje de 460 vca, y neutro para poder operar. En la figura 34 vemos uno de los variadores de velocidad instalados en el área de tableros principal.



*Fig. 34.- Variador de velocidad para motores de bombas, en tablero eléctrico general.*

En la fig. 35 y 36 mostramos un ejemplo de diagrama eléctrico de la máquina con simbología europea, el total de los diagramas eléctricos se encuentran en la documentación entregada al cliente.

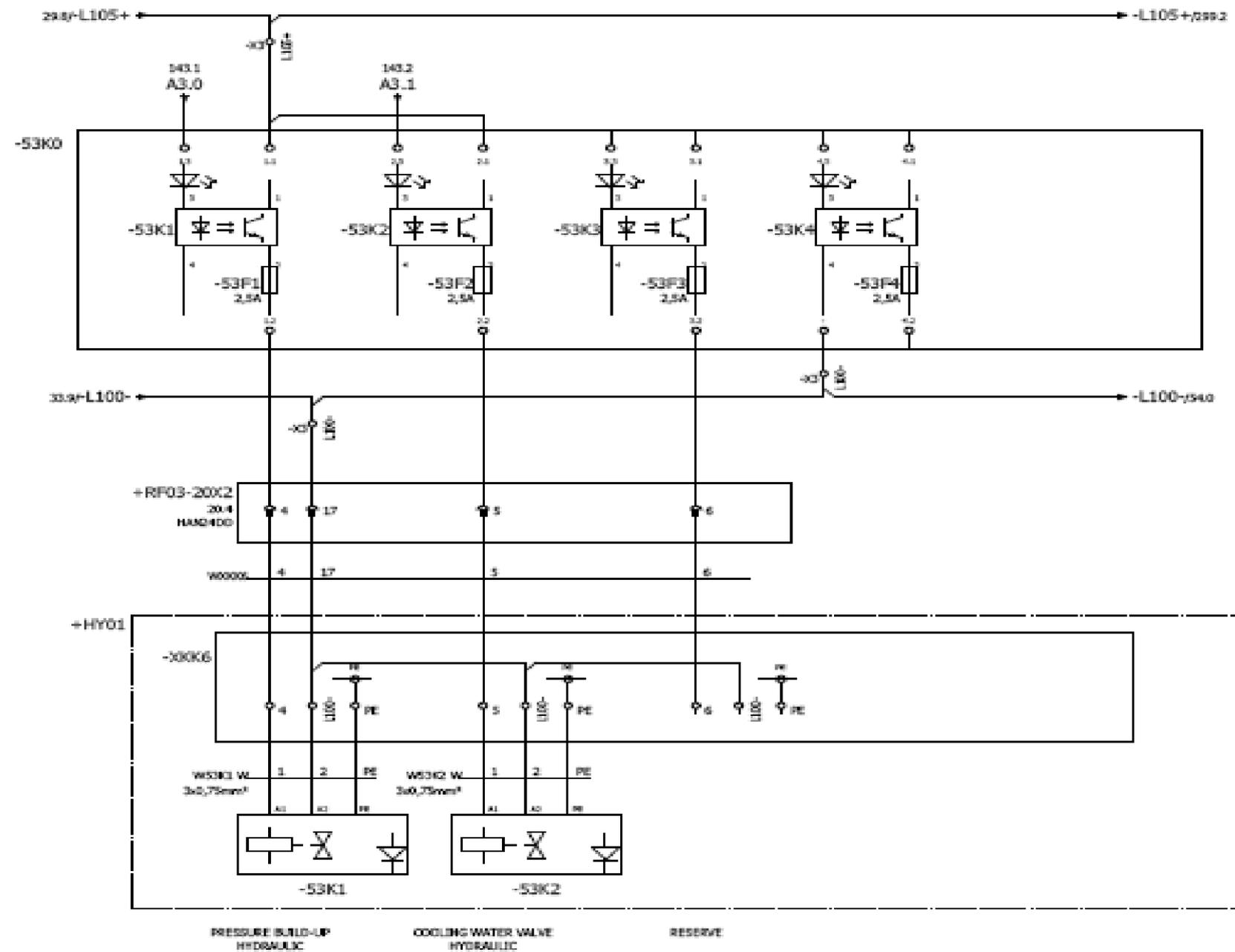


Fig. 35.- Sistema válvulas hidráulicas MT-18, eléctrico.

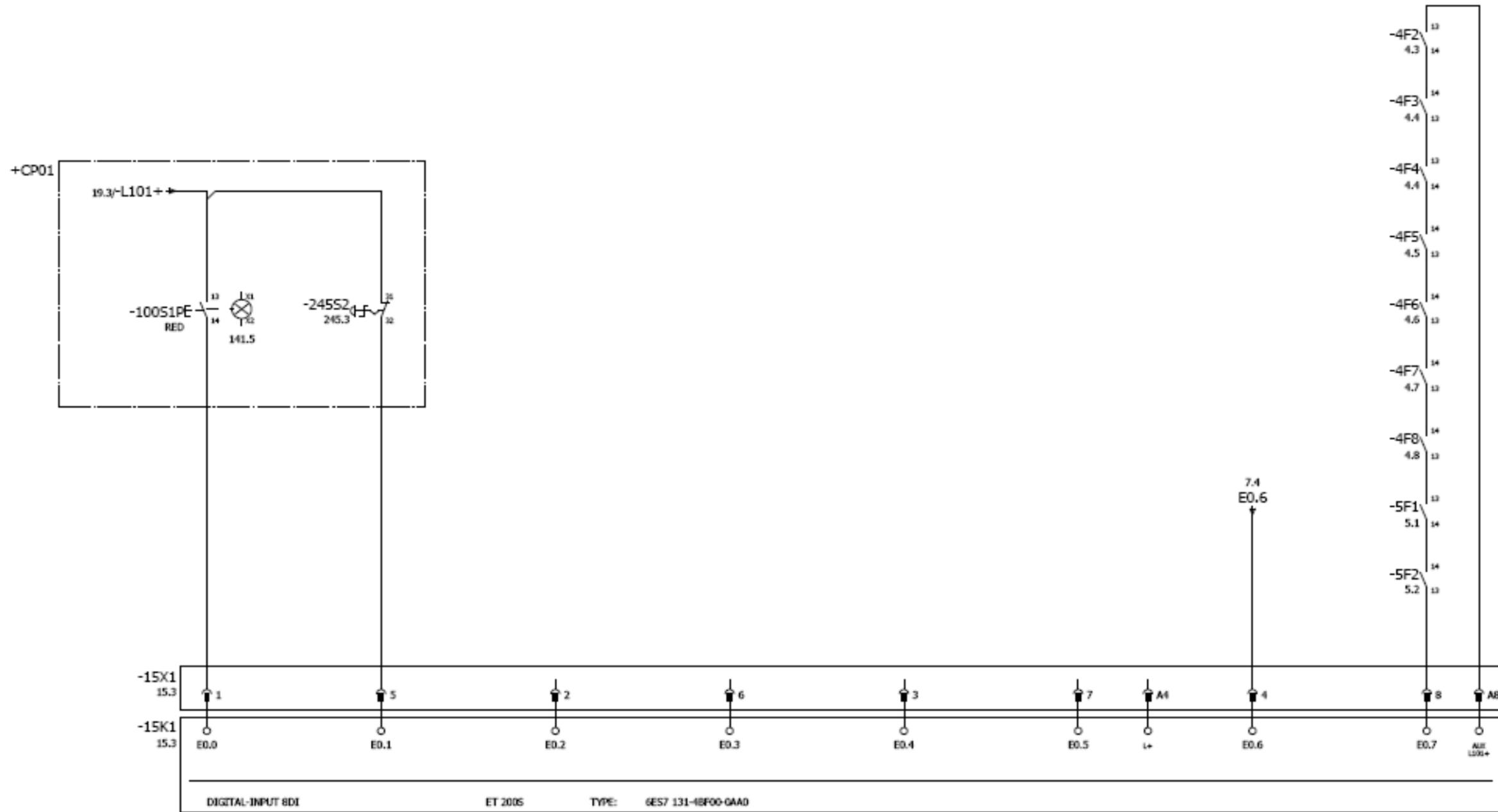
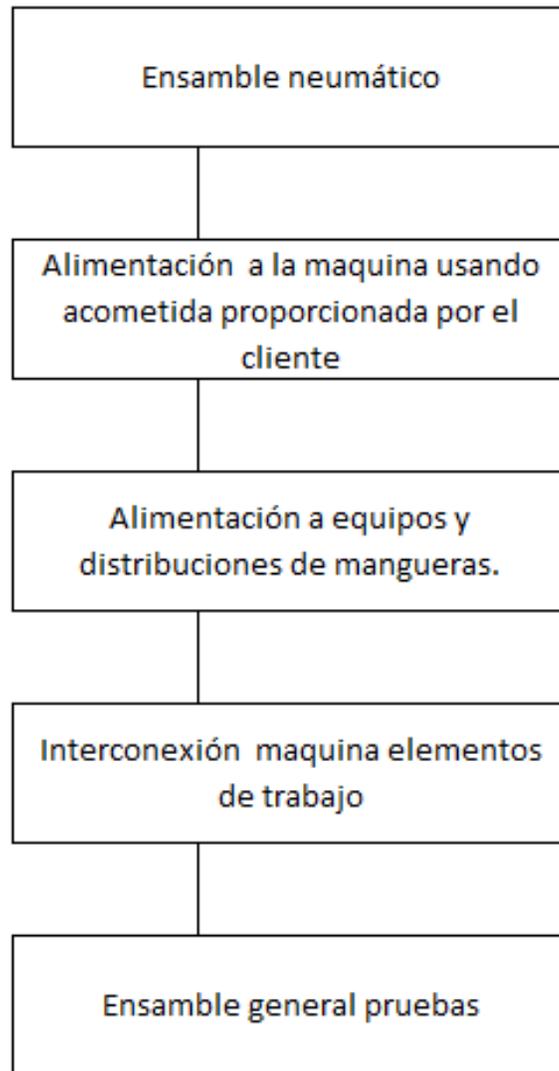


Fig. 36.- Entradas analógicas, diagrama eléctrico

### 3.3.3.- Ensamble Neumático

En la fig. 37 se muestra algunas partes que conforman el sistema neumático acorde a la necesidad de cada elemento.



*Fig. 37.- Subensamble mecánico neumático para la máquina Hennecke.*

En la fig. 38 mostramos un ejemplo de carro neumático que no es perteneciente a esta máquina solo lo usamos para visualizar este tipo de carritos.

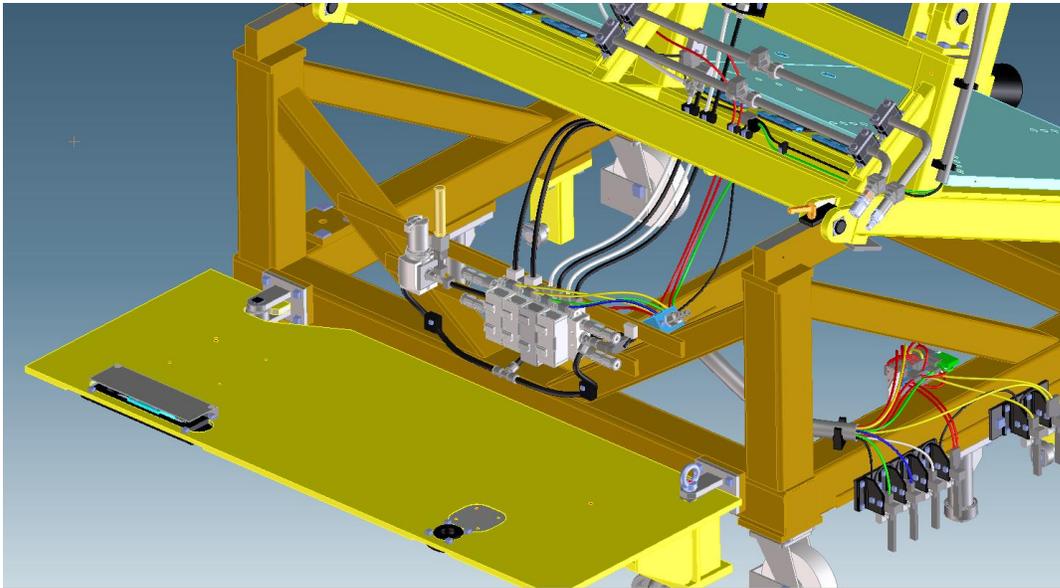


Fig. 38.- Porta moldes neumático

Este Porta-molde requiere instalación neumática para su correcto funcionamiento, en la figura 39 observamos la entrada de aire y agua principal.

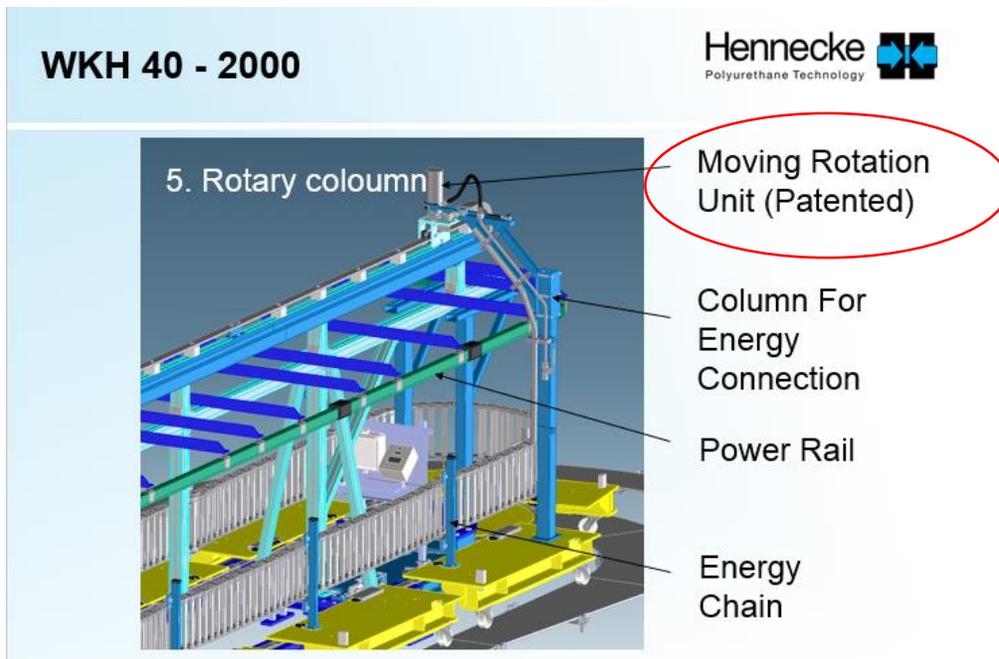


Fig. 39.- Línea central y Junta rotativa.

La toma principal que suministra el aire comprimido a 80 PSI para la alimentación general de todos los porta-moldes en movimiento dentro del oval, a continuación en la fig. 40 observamos el total de las tomas de aire.

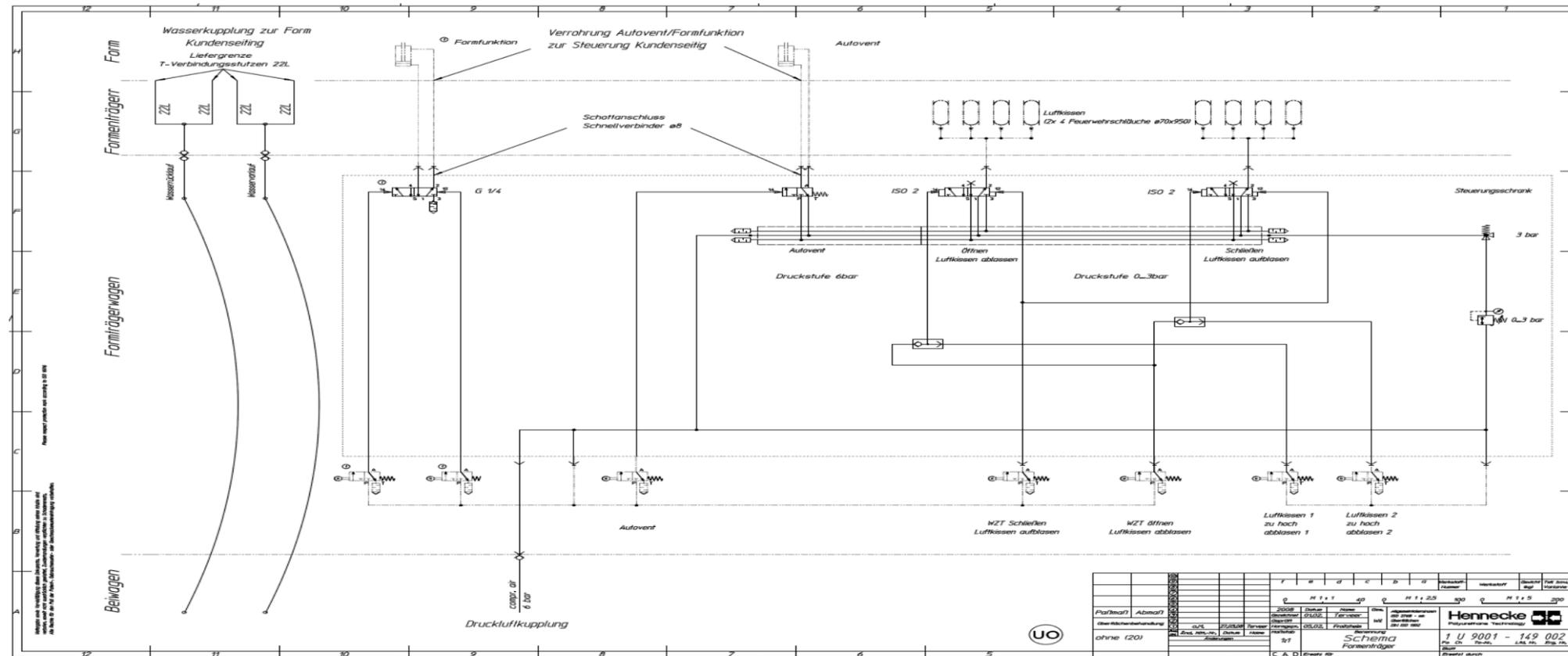
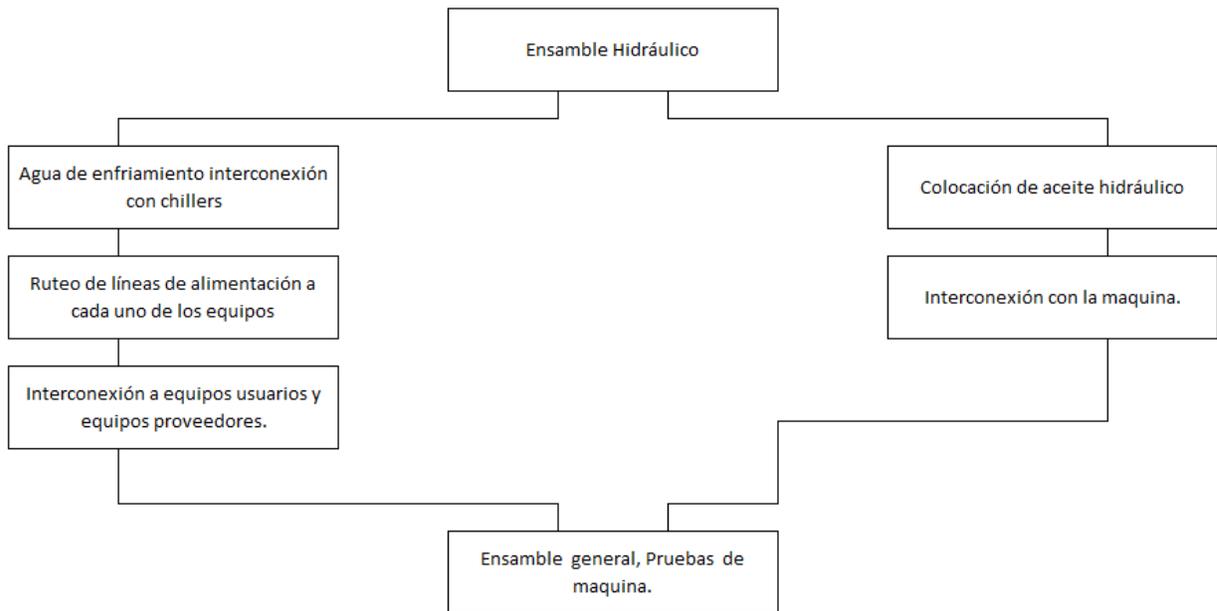


Fig. 40.- Esquema general de instalación neumática.

### 3.3.4.- Sistema Hidráulico (agua y aceite)

En la fig. 41 se ejemplifican los pasos a seguir para esta implementación de los sistemas hidráulicos.



*Fig. 41.- Sub ensamble Mecánico Hidráulico (agua y aceite) para la máquina Hennecke.*

### **Ensamble Hidráulico (aceite)**

En la fig. 42 tenemos el diagrama general del sistema hidráulico de la máquina WHK, original de este proyecto.

Algunas partes que combinan el sistema hidráulico y el sistema neumático son el cabezal de mezcla, en los pistones de limpieza y mezcla.

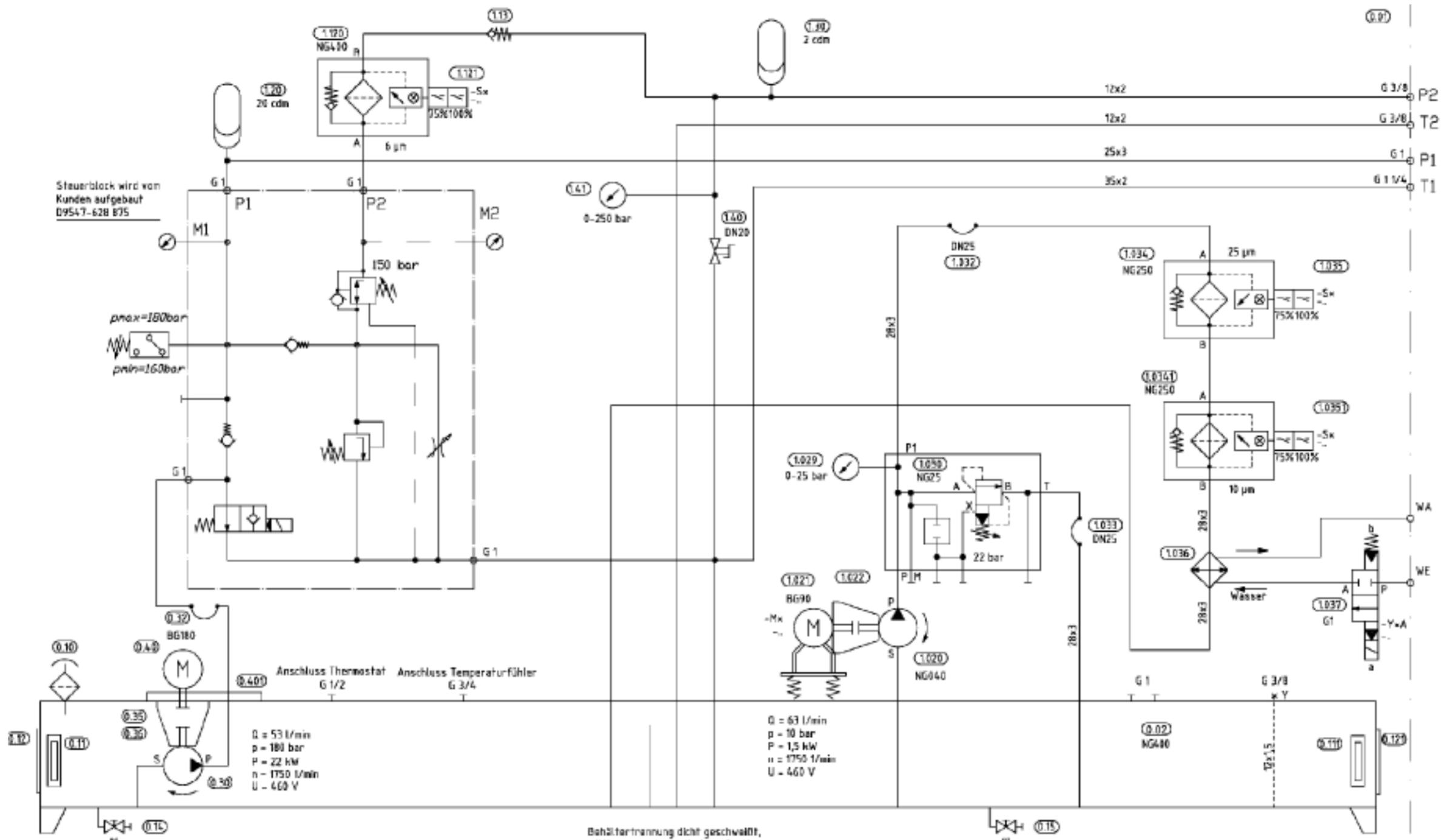


Fig. 42.- Red de sistema hidráulico.

La parte de los inyectores es movida para ser ajustada a través del sistema neumático con presión mayor a 10 Bar, en la fig. 43 mostramos el cabezal con los inyectores.

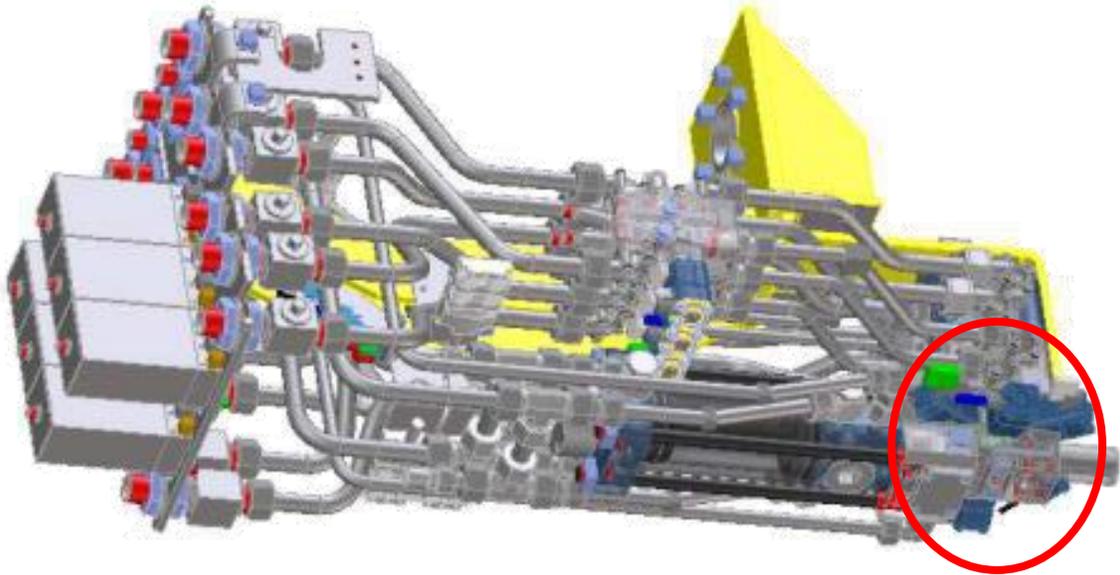


Fig. 43.- Cabezal de Mezcla 6 componentes.

- **Ensamble Hidráulico (agua)**

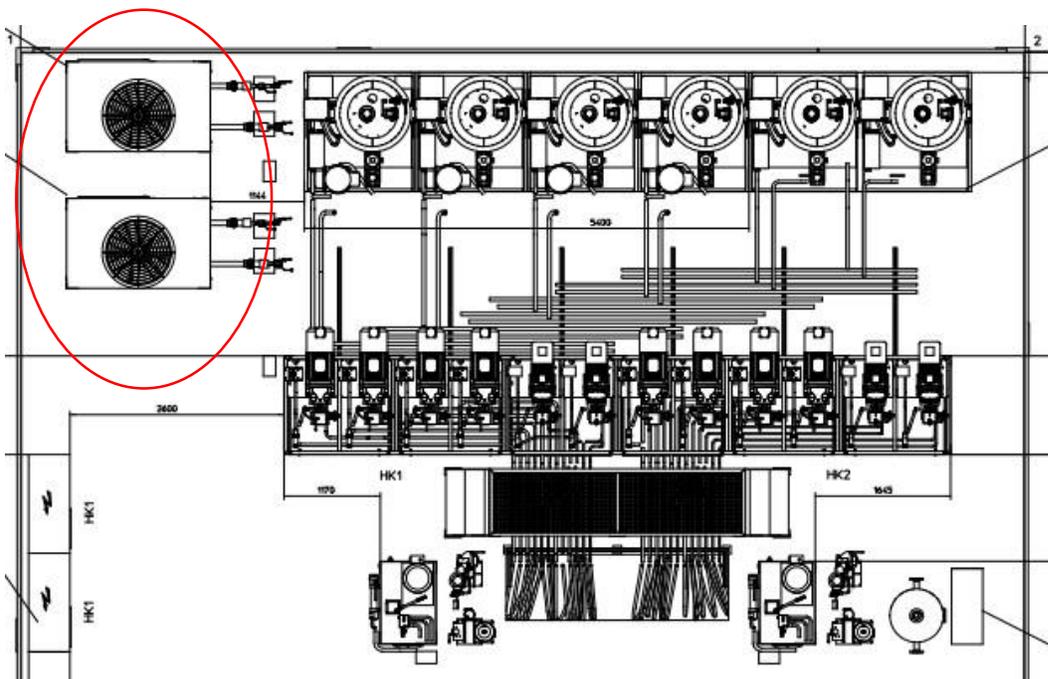
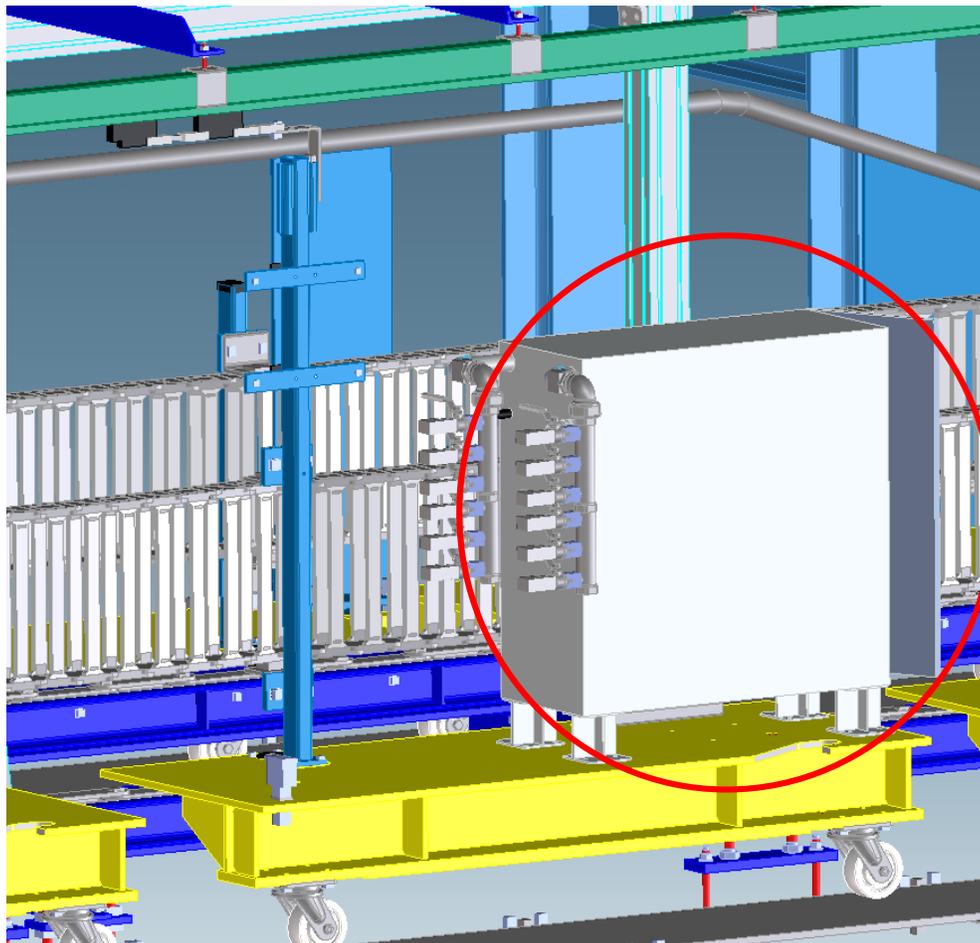


Fig. 43 A.- Chiller para el sistema de enfriamiento.

Se muestra el sistema hidráulico (agua) fig. 43 A, el cual es el equipo encargado de mantener el sistema frío con agua refrigerada para que los químicos no ganen calor y podamos mantener el control del sistema, estos equipos los denominamos Chiller de enfriamiento.

El agua fría viaja a través de tuberías y por los intercambiadores de laminillas, su función es disipar el calor de los químicos sin que sin tocarlos.

Por otra parte el sistema de agua también es caliente se muestra el equipo en la fig. 44, el equipo encargado de esto son los equipos de atemperación, los denominamos "Termorreguladores".



*Fig. 44.- Termorregulador montado en el conveyor.*

En este caso estos equipos son los encargados de calentar los moldes para la inyección del PU.

### 3.5.- Pruebas modo manual

En esta parte del proceso podremos tener movimientos de la máquina con baja velocidad y con unos pocos moldes la función de estas pruebas es la de circular moldes a través de oval para verificar sistemas de seguridad, funciones de la máquina como la apertura de bolsas de aire, el cierre del molde, prueba del sistema eléctrico, paros de emergencia, péndulos de inicio y fin de parte operativa, localización de puntos de seguimiento del robot, así como la comunicación de todos los sistemas interconectados usando “Profinet” y “profibus”, adicionalmente podemos observar en la pantalla del operador la colección de los datos, en la fig. 45 mostramos los pasos a seguir para estas primeras pruebas.

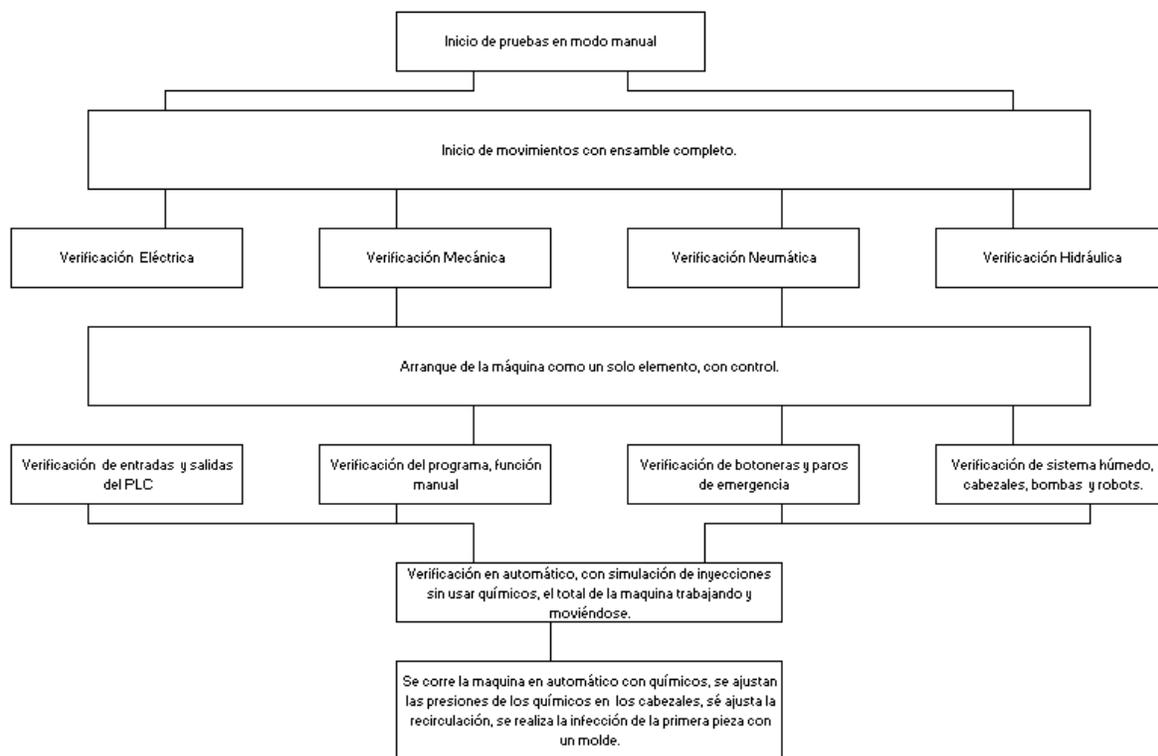


Fig. 45.- Inicio de pruebas mecánicas y eléctricas con el ensamble completo.

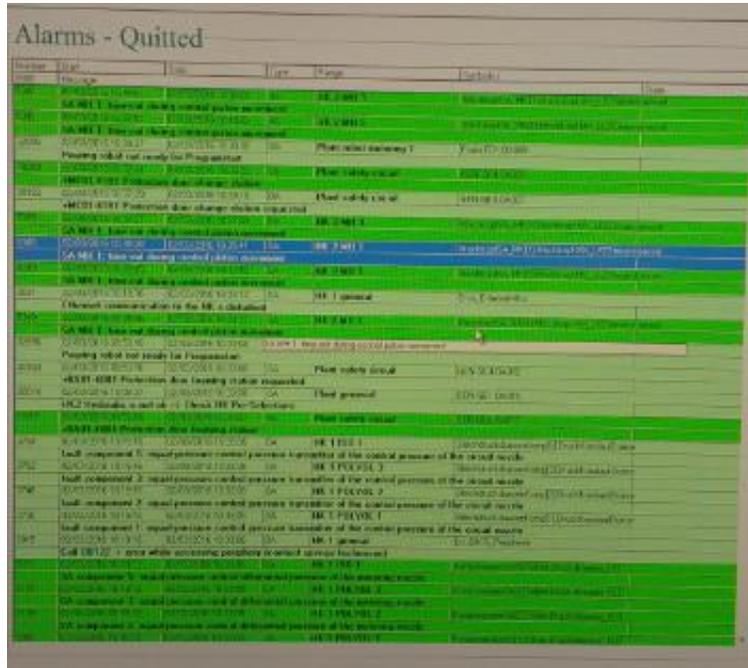


Fig. 46.- Pantalla de operador fallas.

En esta pantalla Fig. 46 podemos observar la generación de alarmas en base a las cosas que están ocurriendo en la línea cuando se está moviendo, en este caso las fallas están cargadas en los registros del programa, previamente generado por los expertos electrónicos en el PLC SIEMENS.

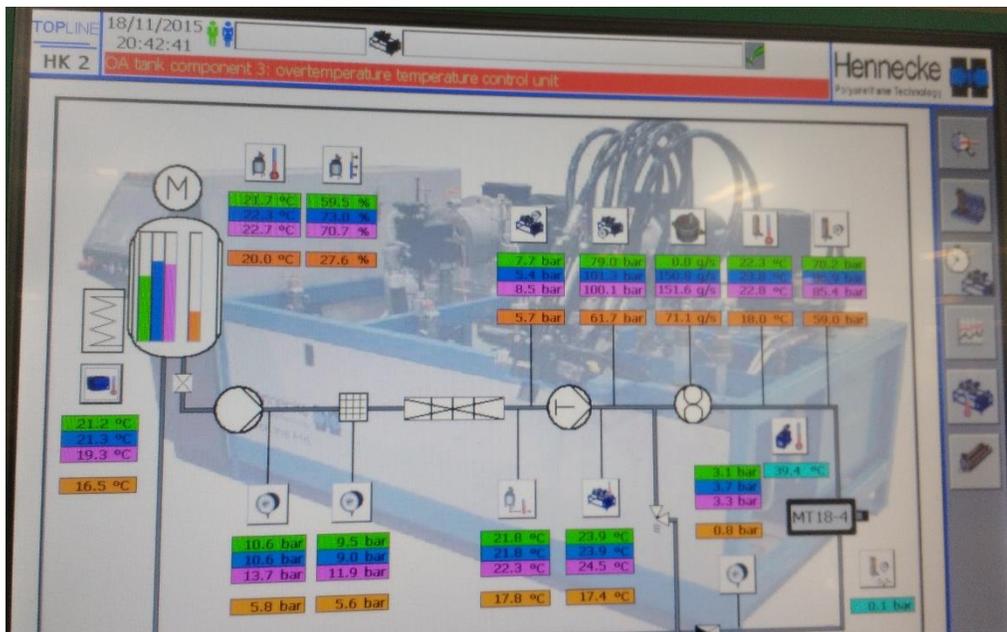


Fig. 47.- Máquina en modo manual, pantalla de operación tablero principal.

En la fig. 47 podemos observar cómo se enlaza el PLC, pantallas de Pantallas, sensores de campo y sensores de monitoreo de la máquina.

### 3.6.- Pruebas modo automático

Las pruebas en modo automático mostradas en la fig.48 son básicamente para corroborar que todo el sistema trabaja de acuerdo a las pruebas en modo manual, pero en esta ocasión el equipo con toda la información requerida proporcionada por el cliente realizara su trabajo en modo continuo para poder alcanzar en corto tiempo la producción en serie, con personal para descarga y colocación de materiales.

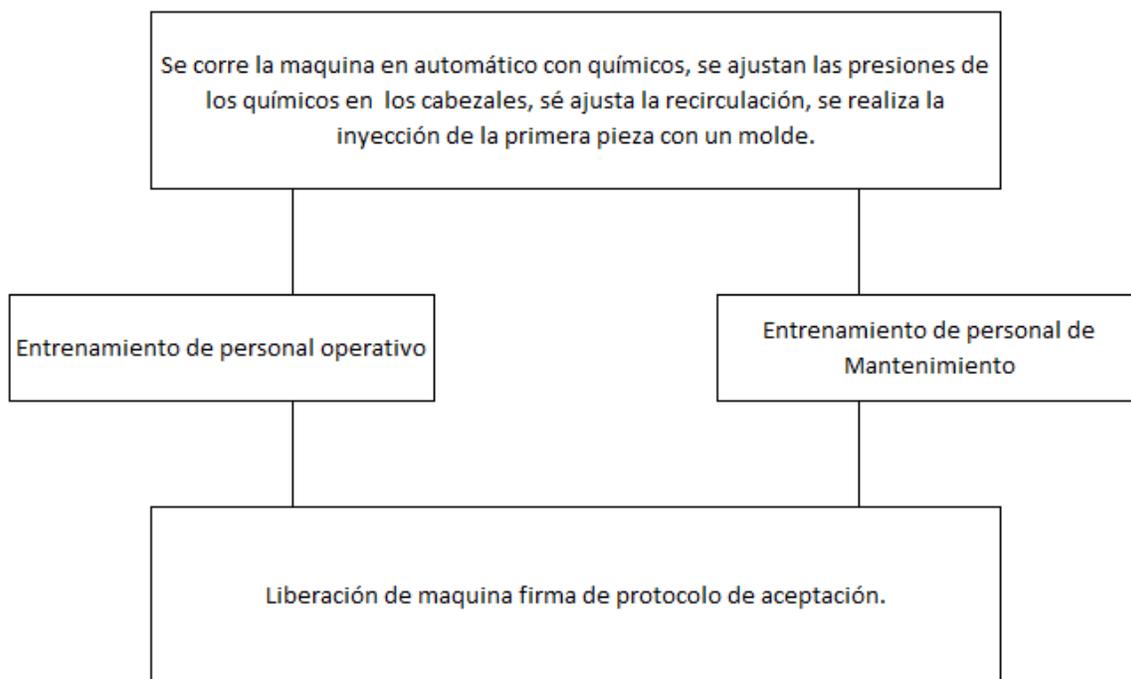


Fig. 48.- Pruebas finales modo automático para iniciar la fabricación de piezas.

Las pruebas finales, consisten en poder lograr que la máquina trabaje en modo automático con solo unos moldes como inicio, de esta manera se introducen los datos requeridos de acuerdo al producto seleccionado para la fabricación, en este punto verificamos todas las características que requiere el proceso, tales como:

Temperatura de los químicos.

Temperatura de los moldes.

Presión de inyección.

Nivel de llenado de tanques.

Posición de robots.

Velocidad de la línea.

Sistema de lubricación.

Sistema automático de llenado de tanques.

Sistemas de seguridad (paros de emergencia).

Estos son algunos de los elementos que la máquina que verifica las señales para tener un control del proceso adecuado, definitivamente la liberación de la máquina es cuando tenemos la primer pieza inyectada, en la fig49 mostramos esta estación.



*Fig. 49.- Estación de inyección.*

En la fig. 50 podemos apreciar la línea completa pero sin los carritos porta molde, en este tipo de pruebas solo se usan dos o tres moldes para realizar la secuencia de ajuste y puesta en marcha.



*Fig. 50.- Estaciones de preparación de molde*

Sección de operación, en este lugar se encontraran los operadores para la colocación de materiales y descarga de piezas, así como la realización de limpieza

de moldes y colocación de desmoldante, en la fig. 51 podemos apreciar la estación del operador en donde modifican los programas para las inyecciones.



*Fig. 51.- Primeras piezas.*

En esta foto podemos darnos cuenta que uno de los operadores de la máquina está realizando ajuste para poder mejorar sus primeras piezas, a un lado los primeros

asientos fabricados por esta máquina, en la fig. 52 observamos una corrida para liberación de piezas.



*Fig. 52.- Piezas para medición y liberación.*

De esta manera entregamos la máquina para la realización de carga al 100% de moldes y pruebas para ajuste de proceso, interviene al final un documento llamado protocolo de aceptación, con esto cerramos la entrega y comienza la parte de soporte.

En la parte de soporte un Ingeniero de servicio está acompañando por 6 semanas la producción de la máquina atento para resolver los problemas que pudieran surgir, también somos los encargados de mostrar a las personas de mantenimiento las funciones de cada elemento y los tipos de mantenimiento de la máquina, se les explica el uso de la documentación para que por sí solos puedan colocar sus órdenes de compra por relacionamiento.

En seguida conectamos la máquina a través de internet para tener un monitoreo continua de los problemas y back up requeridos como parte del servicio 360 Grados de Hennecke.

En la fig. 53 mostramos la estructura de soporte remoto, para revisión del programa del PLC.

## Technical Service Support HEN



### Remote Service

- Internet-based Remote Service via the Hennecke Service Portal
- Online-Diagnostics of alarmcodes and PLC program states

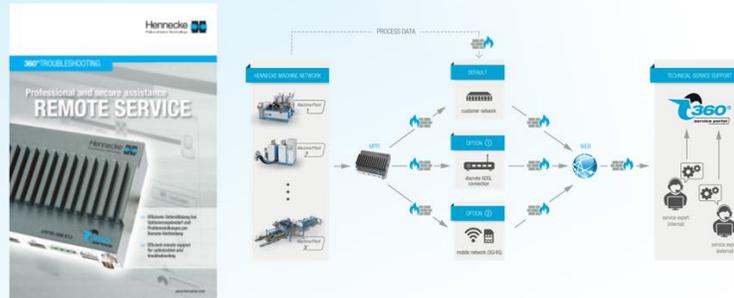


Fig. 53.- Sistema remoto de servicio.

Este servicio es realizado por Alemania vía remota, el servicio directo al cliente es el trabajo del técnico de servicio, adicional a ensamble y puesta en marcha el técnico soporta al cliente directo en su planta para resolver problemas de procesos, con la máquina, mecánicos y electricos.

### • HENNECKE 360°

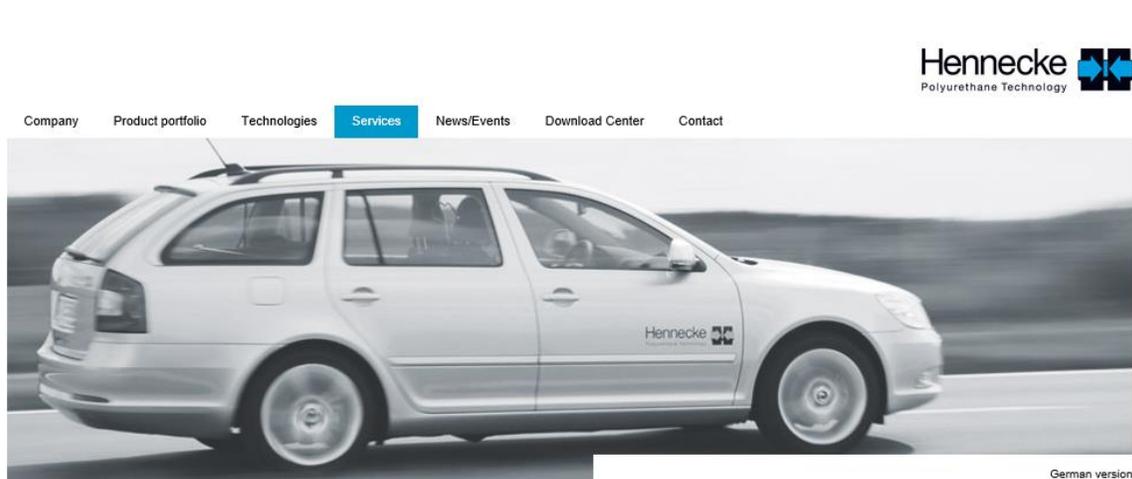
Servicios integrales para una producción eficiente y fiable

Con Hennecke, los usuarios de todo el mundo lograr una alta calidad y eficiencia de los resultados de producción. Lo mismo se aplica cuando se trata de obtener el apoyo adecuado para sus líneas de producción o proporcionar a su personal con una formación calificada. Hennecke's 360°Service le ofrece diversos servicios en condiciones competitivas. Cada usuario tiene acceso a tailor-made un paquete de medidas que garantiza la máxima disponibilidad de planta/tiempo de actividad. ¿Su empresa utiliza la tecnología Hennecke en sus máquinas e instalaciones? ¿Por qué no optar por el máximo apoyo? Esto asegura que su máquina o planta Hennecke estarán en perfecto funcionamiento durante un largo período de tiempo.

- 24h Servicio Hotline 49 1806 339 200\*
- Soporte técnico de servicio 49 2241 339 360\*\*

- Servicio de Fax 49 1806 339 201\*
- Email [Service@hennecke.com](mailto:Service@hennecke.com)

Tenga su nº de pedido (siguiendo el patrón de un 0100-XXXX o P000XXX) y el respectivo número de máquina preparada para que podamos ayudarle de manera rápida y eficaz.



### **Acompañamiento durante el proceso de operación pruebas en corridas continuas**

Resulta muy interesante poder llegar a este punto, ya no se encuentra personal técnico de Alemania apoyando estas corridas, el técnico mexicano es el enlace entre los operadores, los técnicos alemanes y las gerencias de planta, una vez teniendo el operador la máquina en sus manos surgen muchas dudas de operación, control del proceso y mantenimiento, aquí es donde se vuelve relevante el "acompañamiento de la producción". Se tratan diversos temas desde calibración de los inyectores, hasta la limpieza y mantenimiento del mismo. A continuación describimos estos eventos.

#### **Evento1**

Se presentó una falta de registro en la pantalla del operador, genero el reporte de como se muestra en las imágenes siguientes fig54 y 55, presentándolo al personal

técnico de Alemania, ingeniero electrónico para que puedan entender de qué se trata y dar una solución, ejecutarla y corregirla.



*Fig. 54.- Caratula de empresa con el problema evento1*

Como se ve en la fig. 54. Mostramos la caratula con el nombre de la empresa que presenta el problema, es necesario para ubicar en cual máquina y en que parte del mundo se tienen problemas con los equipos además de crear un historial de eventos.

A continuación describimos visualmente donde se encuentra el evento a resolver fig 55.

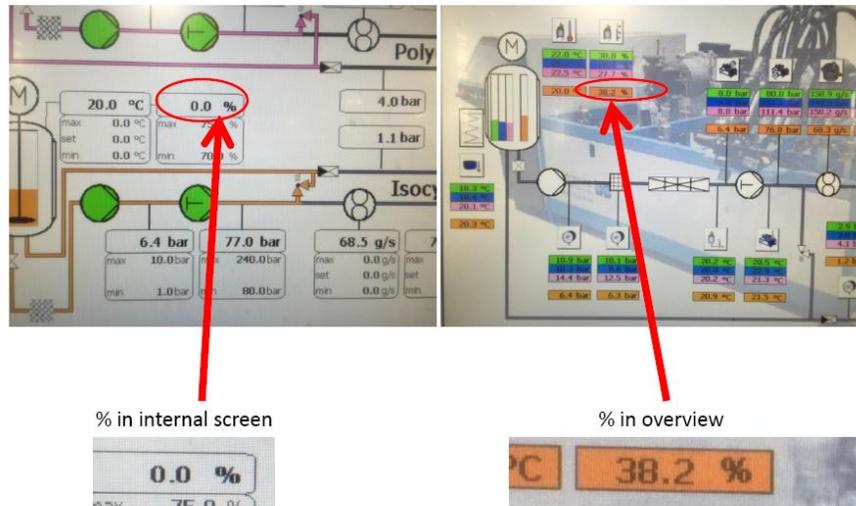


Fig. 55.- Falta de un registro de nivel evento1

En la figura 55, se observa que en la pantalla del operador no se registra el porcentaje de llenado del tanque de día del isocianato, pero en la HMI ubicada en el tablero eléctrico de la máquina si lo tenemos, la máquina está controlando este llenado, solo que no se visualiza en la computadora del operador.

Una vez generado el reporte espero la respuesta del equipo alemán, (ingeniero electrónico) para poder ejecutar los cambios necesarios, en este caso se preparó la máquina para acceso remoto y los electrónicos que son los encargados de modificar el programa lo realizaron vía remota, después de esto solo confirmo con un correo para el cierre de este punto.

## Evento 2

En este evento el personal operativo detecta un ruido que me reportan en el interior de la máquina donde está la cadena y los tableros como una activación de elementos de manera simultánea, se genera el reporte y se inicia con se muestra en la fig. 56.



Fig. 56.- Caratula de empresa con el problema evento2.

Se detecta que todas las válvulas que controlan los elementos finales para los herramientas dentro del molde se están activando en un determinado tiempo por una fracción de segundo, la respuesta de los ingenieros electrónicos Alemanes fue que el PLC hacía un escaneo de las entradas y salida por seguridad, por lo tanto sería necesario colocar opto acopladores en esas salidas para evitar que los herramientas tuvieran movimiento.

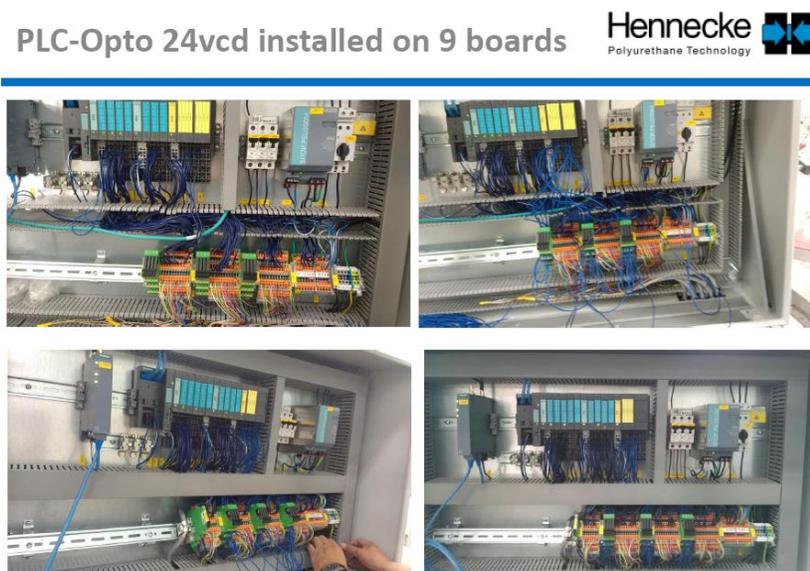


Fig. 57.- Colocación de opto acopladores evento2.

Esto en particular es de suma importancia ya que en estos herramientas los operadores colocan elementos que estarán conformados con la pieza al ser espumada, así que me enviaron 170 opto acopladores para conectarlos directo a

las salidas ver fig. 57 y dar los elementos de entrada en firme, para evitar movimientos de los herramientas y de la misma forma un accidente con el operador.

El montaje y cableado lo realice en su totalidad con los elementos enviados desde Alemania, cerramos este punto con la eliminación del riesgo de seguridad, colocando los opto acopladores en 11 tableros eléctricos.

### Evento 3

Durante las corridas de producción el operador de la máquina detecto que se perdían o se ponían en cero algunos de los programas que él ya había colocado para trabajar y formar piezas, por lo que me reporto esta situación, generé el reporte fig. 58, para que fuese analizado por los ingenieros electrónicos, la respuesta resulto ser que el lector RFID estaba fallando.

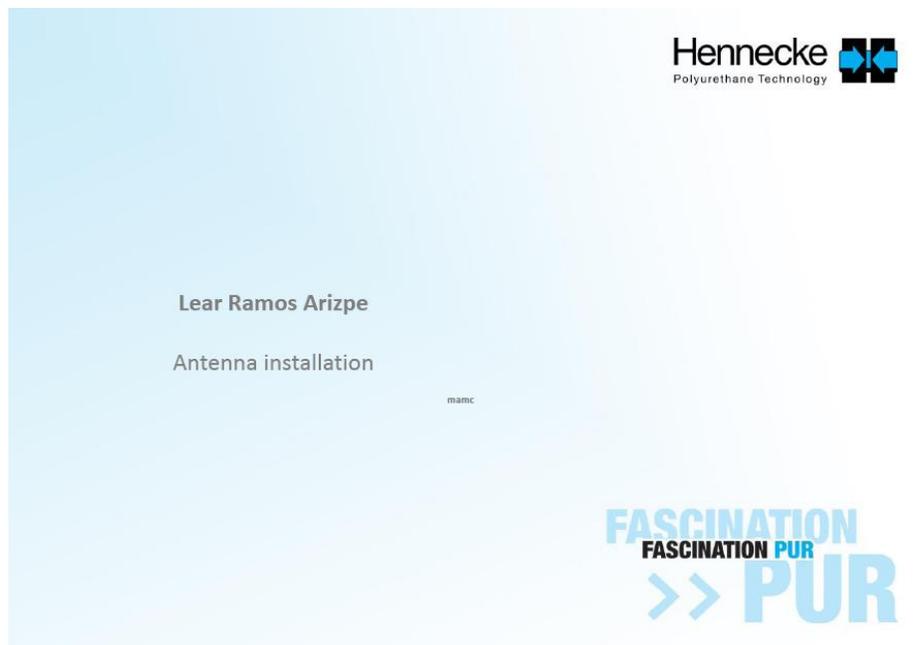


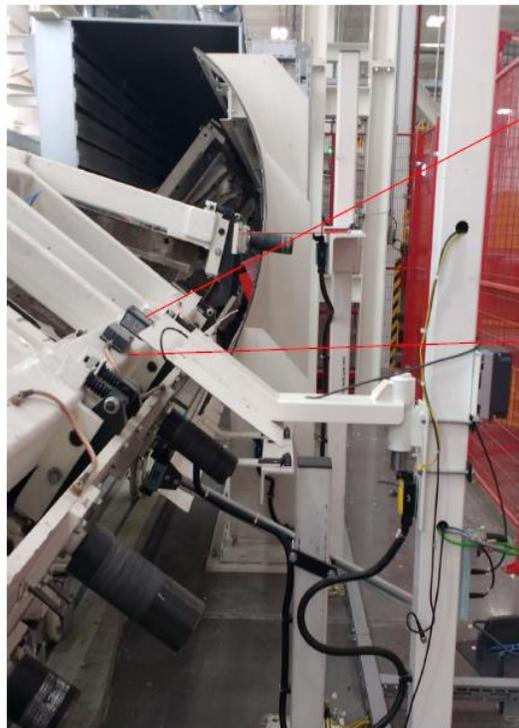
Fig. 58.- Caratula de empresa con el problema evento3.

Cabe mencionar que el lector RFID que se colocó en un principio fue con módulo de transmisión inalámbrica, los ingenieros Alemanes me enviaron un lector RFID

alámbrico, por lo que retiré el sistema remoto, en la fig. 59 mostramos el montaje de la lectora alámbrica.

La antena anterior inalámbrica tiene la posibilidad de leer desde 50 mm hasta 300 mm, y esa es la razón por la que se colocó esta antena. La antena alambica lee con un rango máximo de 64mm.

Machine WH42 A0100-40114



Lectora en posición.

Reader on position

Tarjeta ID.  
Card ID.

*Fig. 59.- Instalación de módulo de lectura RFID alámbrico evento3.*

Como comentarios finales de este trabajo podemos notar que este transmisor inalámbrico está en la parte más alejada de la máquina, y que el actual lector está a 65 mm de separación de la tarjeta ID.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha plasmado el proceso de montaje y puesta en marcha de la máquina Hennecke WHK, desde el punto de vista de planeación y ejecución de actividades a través de un tiempo determinado por el departamento de ingeniería.

Los conocimientos necesarios para realizar esta labor fueron adquiridos en conceptos generales dentro del estudio de mi carrera adicionados con años de experiencia laboral en todos los ámbitos dentro del sector automotriz, a lo largo de mi trayectoria, me he encontrado con diferentes problemas, como una pérdida de programa, un sensor dañado, tarjetas electrónicas de equipos que requieren ser actualizadas, etc. Sin embargo no solo situaciones de cambio de algún elemento he tratado, también me han tocado resolver problemas hidráulicos, neumáticos, mecánicos, eléctricos, a pesar de no ser ingeniero eléctrico también he estado a cargo de mantenimiento preventivo y libranzas de una subestación eléctrica de veinte tres mil volts de corriente alterna.

**La experiencia previa al proyecto necesaria para la ejecución de este trabajo es:**

- Manejo de equipos
- Manejo de información técnica e interpretación de planos

Experiencia previa en montaje de maquinaria, en el área, mecánica, eléctrica, electrónica, hidráulica, neumática, automatización, e instrumentación.

Anteriormente mencionamos las características técnicas sin embargo se requieren características administrativas y operativas para la ejecución de las tareas, entre las que se destacan:

- Ejecución.
- Planeación.
- Tiempos y movimientos.
- Organización de equipos de trabajo.
- Enlaces claros de comunicación con el equipo de trabajo.
- Operativo y documentales.

**Las experiencias generadas por este proyecto fueron:**

Análisis y detección de fallas, solución de problemas y eliminación a través de mejora continua. He participado en el ensamble de tres máquinas WHK en México y usando el proceso de mejora continua, algunos de las fallas detectadas en la primer máquina para la tercera ya se resolvieron, sin embargo existen algunas que se han repetido en las tres máquinas como la ruptura de un tubo hidráulico de 12mm para el cabezal sobre el frame del robot, esto provoca perdida de aceite y contaminación de los moldes.

La posibilidad de realizar un acceso remoto hasta una máquina instalada en México a través de un software proporcionado por Hennecke Alemania.

Uno de los problemas encontrados de instrumentación en la primer máquina que ya no se repitieron en las demás maquinas fue la calibración de los sensores de nivel en los tanques de día, la cual nos daba una lectura a la baja, es decir que cuando el tanque estaba en el 90% de la capacidad de llenado el restante 10 % en lugar de incrementar a 91% decrecía a 89%, a partir del reporte de este hecho, todas las máquinas que he instalado ya no presentan el problema.

Finalmente los conocimientos y formación de mi carrera profesional me ayudaran a solucionar problemas del tipo.

Administración de proyectos.

Es importante tener una persona en el campo encargada de la visualizar y realizar el enlace entre los diferentes tipos de trabajo y el cliente para lograr la correcta ejecución del trabajo.

**Eléctrico**

Usando los conocimientos eléctricos he podido saber que es una instalación trifásica, elementos de detección de fase, verificación de tierra, para que no existan errores cuando se energizan secciones o la totalidad de la máquina.

**Instrumentación**

Es de vital necesidad el poder entender cada uno de los instrumentos que existen dentro de la máquina estos elementos en su mayoría son elementos de campo los cuales transforman la información física en una señal que pueda trabajar el PLC.

### Hidráulica

Este rubro aunque está limitado a el manejo del cabezal no es despreciable, con este sistema podemos mover los pistones en tiempo y forma para realizar la inyección, por lo tanto es importante saber que aceite y sus propiedades debemos de mantener en control, bajo supervisión contantemente para no perder velocidad, saber que pasara con el sistema en caso de pérdida de energía eléctrica, entre otras situaciones.

### Neumática

Ninguno de los elementos mencionados es de menos importancia, en el caso de la neumática desde saber dónde se genera la presión, la cantidad de la presión y cómo actúan los elementos finales cuando se les aplica esta presión nos da el panorama completo y observamos la utilización de la electroneumática.