



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECÁNICA**

TÍTULO

“Reactivación de la Máquina Automatic Mounting Press IPA 40”
ubicada en el Laboratorio de Metales de la FTI.

AUTORES

Br. Alex Antonio Muñoz Castillo

Br. Francisco Alexander Torrez Gutierrez

TUTOR

Ing. Jacinto René Vallejos Padilla

ASESOR

Ing. Julio Gutiérrez Mayorga

Managua, 01 de Octubre de 2021.

Resumen

La Automatic Mounting Press IPA 40, es una máquina que está diseñada para ser muy fácil de usar y confiable. La Prensa de Montaje Automático IPA 40 utiliza presión de aire para mantener una fuerza constante sobre la muestra, eliminando así el requisito de controlar y aumentar continuamente la fuerza a medida que la resina comienza a fundirse.

Esta unidad de sobremesa es fácil de configurar y operar. Además, la Prensa de Montaje IPA 40 proporciona un calentamiento rápido con un calentador que rodea completamente el diámetro exterior del conjunto del molde. El enfriamiento también se acelera con una camisa de enfriamiento de agua y, como novedad, el IPA 40 es la capacidad de enfriar a una temperatura establecida, un tiempo específico o manualmente. Esto permite un curado mucho más completo de las resinas de montaje de compresión termoplásticas.

El presente trabajo monográfico trata sobre la reactivación de la Prensa de Montaje Automático IPA 40, dicha reactivación se realizara a fin de que los estudiantes en la carrera de ingeniería mecánica, puedan retomar sus prácticas de laboratorio y reforzar más sus conocimientos.

Además, con la reactivación de dicha máquina, la universidad podrá ofrecer los servicios de encapsulado de muestras metalográficas a la industria metalúrgica.

Contenido

I. Introducción	1
II. Antecedentes	2
III. Justificación	3
IV. Objetivos	4
V. Marco Teórico	5
V.1 Historia de la Prensa Neumática.....	5
V.2 Neumática.....	6
V.2.1 Ventajas y Desventajas de la Neumática	6
V.2.2 Características Esenciales de los Componentes Neumáticos.....	7
V.2.3 Actuadores Neumáticos	8
V.2.4 Aplicaciones de la Neumática.....	8
V.3 Definición de Prensa de Montaje Neumático	9
V.3.1 Tipos de Prensas de Montaje.....	9
V.3.2 Prensas de Montaje Automático.....	10
V.3.3 Prensas de Montaje Semiautomático	10
V.3.4 Prensas con Unidad de Moldeos Intercambiables.....	10
V.4 Definición de Compresor.....	11
V.4.1 Leyes Termodinámicas que Rigen el Funcionamiento de un Compresor	12
V.4.2 Breve Clasificación de los Compresores	14
VI. Análisis y Presentación de Resultados	16
VI.1 Diagnóstico	16
VI.1.2 Sistema Eléctrico.....	16
VI.1.3 Sistema Mecánico y Neumático	18

VI.1.4 Instrumentación y Control de la Prensa de Montaje IPA 40	27
VI.1.5 Sistema Electrónico de la Prensa de Montaje IPA 40	28
VI.2 Componentes Añadidos.....	30
VI.2.1 Materiales y Accesorios Utilizados	32
VI.2.2 Proceso de Automatización	32
VI.3 Pruebas Realizadas	34
VI.4 Estudio Económico	37
VI.4.1 Inversión.....	37
VII. Guía de Operación de la Prensa de Montaje Automático.....	40
VII.1 Procedimiento para Llevar a Cabo una Operación de Moldeo:.....	41
VIII. Mantenimiento.....	43
VIII.1 Administración del Mantenimiento:	43
VIII.2 Niveles de Mantenimiento:.....	44
VIII.3 Mantenimiento Preventivo y su Efectividad:.....	45
VIII.4 Plan de Mantenimiento:	46
VIII.4.1 Mantenimiento Preventivo de la Prensa de Montaje IPA 40.....	46
VIII.4.2 Mantenimiento Preventivo del Compresor de Aire.	49
IX. Conclusiones	54
X. Recomendaciones	55
XI. Bibliografía	56
XII. Anexos	57

Índice de Figuras

Fig. 5.4-1 Subsistemas de un Sistema de Compresión de Aire Reciprocante	11
Fig. 4.2-1 Clasificación de los Compresores de Aire	15
Fig. 6.1.2-1 Sistema de Protección Eléctrica	17
Fig. 6.1.2-2 Fusibles de Protección Eléctrica	17
Fig. 6.1.3-1 Mangueras y Conexiones Dañadas	18
Fig. 6.1.3-2 Mangueras y Conexiones Nuevas	18
Fig. 6.1.3-3 Almacenamiento de Aire Comprimido	19
Fig. 6.1.3-4 Válvula de Purga	20
Fig. 6.1.3-5 Filtro de Aire	21
Fig. 6.1.3-6 Placas de Características del Motor Eléctrico	21
Fig. 6.1.3-7 Motor Eléctrico	22
Fig. 6.1.3-8 Válvula Reguladora de Presión	22
Fig. 6.1.3-9 Aceite Usado de Compresor	23
Fig. 6.1.3-10 Cambio de Aceite en Compresor	24
Fig. 6.1.3-11 Válvulas Flappers	25
Fig. 6.1.3-12 Descarbonado de Válvulas Flappers	25
Fig. 6.1.3-13 Correas de Transmisión	26
Fig. 6.1.4-1 Calentador de Inmersión Eléctrico	27
Fig. 6.1.4-2 Electroválvula Solenoide	28
Fig. 6.1.5-1 Tarjeta Electrónica IPA 40	29
Fig. 6.1.3-2 Resistencia 10 Ω	29
Fig. 6.1.3-3 Circuito Integrado LM324N	30
Fig. 6.2-1 Micro PLC Logo v8	31
Fig. 6.2-2 Controlador de Temperatura OMRON	31

Fig. 6.2.2-1 Ensamble de Accesorios y Controladores.....	32
Fig. 6.3-1 Test 1	34
Fig. 6.3-2 Test 2	35
Fig. 6.3-3 Test 3	35
Fig. 6.3-4 Test 4 Final	36
Fig. 6.3-5 Test de Pruebas.....	36
Fig. 8.4.1-1 Componentes de la Prensa de Montaje IPA 40	47
Fig. 8.4.2-1 Componentes del Compresor de Aire Comprimido	49

Índice de Tablas

Tabla N° 1: Costo de Máquina Nueva	37
Tabla N° 2: Repuestos y Material de Reposición Mecánico.....	38
Tabla N° 3: Repuestos y Material de Reposición Electrónico	39
Tabla N° 4: Cronograma de Mantenimiento IPA 40	48
Tabla N° 5: Cronograma de Mantenimiento Compresor de Aire	53

I. Introducción

En la Universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP), ubicado en Managua capital de Nicaragua, existe la Facultad de Tecnología de la Industria (F.T.I). Dicha facultad ofrece a Bachilleres la Carrera de Ingeniería Mecánica.

Esta carrera cuenta con una variedad de Laboratorios, con el objetivo que los estudiantes realicen sus prácticas, fortaleciendo la teoría emitida a ellos en los salones de clases y a la vez en un futuro aplicarla en el campo laboral. En este caso, nos enfocaremos en el Laboratorio de Metales, donde se localiza la Prensa de Montaje Automático IPA 40. Dicha Prensa se encuentra inactiva, debido a fallas en el sistema Electrónico y Neumático, ya que cuenta como equipo auxiliar un Compresor de Aire.

El objetivo de este trabajo es realizar la Reactivación de la Prensa de montaje automático "IPA 40", con la finalidad que la comunidad estudiantil retome sus prácticas en la máquina y así mismo ofrecer el servicio de encapsulado de muestras a la Industria Metalúrgica.

En el desarrollo de este trabajo, realizaremos primeramente un diagnóstico de la máquina para saber así a que nos enfrentamos, debido a que esta no cuenta con registros de mantenimientos previos, se debe partir de cero. Nos auxiliaremos de los manuales de la máquina para conocer las especificaciones y recomendaciones de los fabricantes.

Además, conoceremos todos los aspectos teóricos, desde los principios de la neumática, aplicaciones, ventajas y desventajas, los tipos de prensa, el proceso de encapsulado y por último diseñaremos un Plan de Mantenimiento para evitar posibles fallas futuras y prolongar la vida útil de la máquina.

II. Antecedentes

El laboratorio de metales de la F.T.I se modificó y amplió a inicios de los años 90, en ese periodo se recibió una Prensa de Montaje Neumático de mando electromecánico, donada por Italia en el año 1993, la cual estuvo en funcionamiento durante alrededor de 23 años. Hasta que en el año 2016 la máquina presento una serie de fallas, entre ellos:

- ✓ Temporizador electrónico dañado.
- ✓ Mangueras de conexión de agua dañadas.
- ✓ Daños físicos en la máquina debido al desuso.
- ✓ Porta fusibles dañados por antigüedad de los mismos.
- ✓ Perno de purga de tanque de almacenamiento dañado por corrosión (Compresor de Aire).
- ✓ Bajo nivel de aceite (Compresor de Aire).
- ✓ Desgaste de la correa de transmisión (Compresor de Aire).

Teniendo como consecuencia el paro total del equipo.

III. Justificación

En las diferentes prácticas que se realizan en el laboratorio se requiere utilizar la prensa de montaje automático, en servicios de apoyo a investigaciones de temas monográficos a estudiantes egresados y servicios a la industria metalúrgica.

El laboratorio de metales al contar con este equipo para estas actividades, facilitará la maniobrabilidad en los procesos de desbaste y pulido, durante la preparación de probetas metalográficas y así realizar un ensayo microscópico que proporcione información sobre la constitución y estructura del metal obtenido.

La comunidad universitaria se ve afectada en tener inactivo este equipo especializado ya que es el único en el mercado que permite la manipulación de muestras de metales a esta escala y se ve en la obligación de rechazar solicitudes de servicios provenientes de la Industria Metalúrgica.

Por las razones expuestas anteriormente urge la reactivación inmediata de la Prensa de Montaje Automático IPA 40.

Este será un desafío, puesto que el Laboratorio y comercializadora de repuestos de la máquina (Remet) más cercano se encuentra en México. Por lo tanto, nos obliga a tener que innovar, para lograr la reactivación y puesta en servicio de esta Prensa de Montaje Automático.

En ese sentido, el presente proyecto pretende lograr poner en plena capacidad de trabajo este equipo, alargando así su vida útil y ampliando la disponibilidad técnica de nuestro Laboratorio de Metales del recinto Universitario Pedro Arauz Palacios de la UNI.

IV. Objetivos

Objetivo General

- ✓ Realizar la Reactivación de la máquina Automatic Mounting Press IPA 40, que se encuentra inactiva en el laboratorio de metales de la F.T.I

Objetivos Específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico del estado actual de la máquina Automatic Mounting Press IPA 40 y sus componentes auxiliares, donde se determinarán las posibles fallas en los sistemas.
- ✓ Reactivar por completo la Prensa de Montaje Automático y sus componentes auxiliares.
- ✓ Diseñar una guía de operación de la máquina Automatic Mounting Press IPA 40, para evitar daños a la máquina y posibles lesiones al operario.
- ✓ Elaborar un plan de Mantenimiento Preventivo de la máquina Automatic Mounting Press IPA 40, con el fin de garantizar su óptimo funcionamiento y prolongar su vida útil.

V. Marco Teórico

V.1 Historia de la Prensa Neumática

La historia de la prensa neumática está profundamente ligada al desarrollo del aire comprimido y con ello al desarrollo de la neumática, pero no es sino a mitad del siglo XIX cuando se comienza a pensar en la idea de poder generar una herramienta que pueda hacer el trabajo de prensar por medio del uso del aire comprimido, lo cual era una idea innovadora para la época y que permitió el desarrollo de muchos más elementos, ya que con ella se han conseguido fabricar muchas cosas más. (<https://artsreverie.com/prensas-neumaticas>).

Pero es específicamente con el desarrollo del automóvil, cuando se realiza el auge del uso de la prensa neumática en la fabricación de las partes y piezas, así como en el ensamblado de los coches que se comenzaron a utilizar para la época, lo que hizo que se convirtiera en una herramienta fundamental para el desarrollo de la industria automovilística, y posteriormente en la industria aeronáutica logro tener el mismo impacto, lo que hizo que se pudieran producir todos los aviones necesarios para poder transportar a mucha gente a lo largo y ancho del planeta.

También con el desarrollo de las ciudades y su auge en los años 20 del siglo pasado, se desarrollaron grandes avances en su diseño y se logró perfeccionar su funcionamiento y se diversificó lo que se podía hacer con ellas, abriendo así nuevas posibilidades de desarrollo y un mayor alcance de funcionamiento, llegando a la variedad que encontramos hoy en los mercados.

V.2 Neumática

La palabra neumática se refiere al estudio del movimiento del aire, Los sistemas de aire comprimido proporcionan un movimiento controlado con el empleo de cilindros y motores neumáticos y se aplican en herramientas, válvulas de control y posicionadores, martillos neumáticos, pistolas para pintar, motores neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, robots industriales, vibradores, frenos neumáticos, etc.

V.2.1 Ventajas y Desventajas de la Neumática

Las ventajas que presenta el uso de la neumática son el bajo coste de sus componentes, su facilidad de diseño e implementación y el bajo par o la fuerza escasa que puede desarrollar a las bajas presiones con que trabaja (típico 6 bar) lo que constituye un factor de seguridad. Otras características favorables son el riesgo nulo de explosión, su conversión fácil al movimiento giratorio, así como al lineal, la posibilidad de transmitir energía a grandes distancias, una construcción y mantenimiento fáciles y la economía en las aplicaciones.

Entre las desventajas figura la imposibilidad de obtener velocidades estables debido a la compresibilidad del aire, los altos costes de la energía neumática y las posibles fugas que reducen el rendimiento.

La neumática precisa de una estación de generación y preparación del aire comprimido formado por un compresor de aire, un depósito, un sistema de preparación del aire (filtro, lubricador y regulador de presión), una red de tuberías para llegar al utilizador y un conjunto de preparación del aire para cada dispositivo neumático.

V.2.2 Características Esenciales de los Componentes Neumáticos

Según (Creus Sole, 2011, pág. 4 Tabla 1.1) las características de los componentes neumáticos consideran las temperaturas normales de utilización, las características más importantes de los aparatos neumáticos son la presión y el caudal admisibles.

La presión no presenta problema alguno ya que en general todos ellos han sido concebidos para soportar presiones neumáticas de hasta unos 10 bares aproximadamente.

Sí es variable el caudal que puede circular por el interior de las vías sin que existan importantes pérdidas de carga, ya que dependerá de las secciones de los conductos. Cuanto sea mayor el elemento, mayor serán los conductos interiores y, por lo tanto, mayores los caudales admisibles.

Por un mismo aparato pueden circular caudales diferentes; si el caudal es excesivo para el tamaño del aparato, las pérdidas de carga o de caída de presión entre el orificio de entrada y el de salida, pueden ser elevadas y resultar antieconómico el use de la instalación; si por el contrario el caudal es reducido, el precio del aparato será excesivo para la función asignada.

Es preciso pues encontrar un cierto equilibrio entre las dos situaciones mencionadas para acertar con el tamaño apropiado del elemento. El caudal necesario para una instalación dependerá del tamaño de los cilindros y de otros actuadores, y de la velocidad que en dichos elementos se pretenda conseguir. La elección del pasado de las válvulas y del resto de los componentes dependerá de esas variables.

Debido a la comprensibilidad del aire, la medida del caudal es capaz de proporcionar un elemento neumático resulta un tanto compleja cuando se emplea como fluido dicho elemento. Para resolver este problema, lo que se hace en la práctica es emplear agua y determinar un parámetro que pueda compararse al caudal permitido de aire.

V.2.3 Actuadores Neumáticos

Los actuadores neumáticos convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico generando un movimiento lineal mediante servomotores de diafragma o cilindros, o bien un movimiento giratorio con motores neumáticos.

La aplicación principal de los servomotores de diafragma reside en las válvulas de control neumáticas en las que el servomotor este accionado por la señal neumática de 0,2 - 1 bar (3 – 15 psi) y actúa directamente sobre un vástago que posiciona el obturador con relación al asiento. La posición relativa entre el obturador y el asiento permite pasar el fluido desde un caudal nulo hasta el caudal máximo (Creus Sole, 2011, pág. 9 Cap 2).

V.2.4 Aplicaciones de la Neumática

En la industria moderna la neumática ocupa un merecido y destacado lugar debido a la sencillez de su aplicación y a su reducido coste de instalación. Se utiliza de forma indiscriminada en multitud de industrias y en mecanismos de los más variados tipos. Al igual que la energía eléctrica, se encuentra fácilmente disponible en casi toda empresa o pequeño taller de producción.

(Creus Sole, 2011, págs. 1-2 Cap 1) Orienta que la aplicación generalizada de la neumática en la industria es relativamente, reciente, ya que al igual que otras formas de transmisión de energía, fue implementándose poco a poco hasta lograr el nivel de utilización alcanzado hoy en día. Con la neumática se puede lograr hoy día cualquier tipo de automatización.

El grado de automatización dependerá de los requerimientos de la máquina y también del coste. El más elemental sistema puede estar formado por un cilindro de doble efecto, por ejemplo, comandado por una válvula de accionamiento manual que será manipulada por el ordenador cada vez que desee dar salida al vástago, o hacerlo retroceder.

V.3 Definición de Prensa de Montaje Neumático

Esta es una herramienta que sirve para prensar, unir, y sellar cosas, es impulsada por un motor eléctrico el cual genera el impulso necesario para que el aire comprimido pueda realizar su trabajo, lo que hace que pueda generar grandes volúmenes de fuerza cuando realiza su trabajo (<https://artsreverie.com/prensas-neumaticas>).

Su mecanismo funciona por medio de aire, el cual es transformado en fluido que hace que se transforme la energía estática en energía cinética y se produzca el impulso necesario para poder generar la presión requerida para cumplir con sus labores.

V.3.1 Tipos de Prensas de Montaje Marca Remet

Estas prensas de montaje producen rápidamente perfecta incrustación de muestras metalográficas utilizando todo tipo de termoplásticos y resinas termoestables.

El ciclo de montaje (Remet) está totalmente controlado por un microprocesador con controles de panel electrónico digital fácil de usar. La gama completa de prensas disponibles puede satisfacer cualquier requisito de un laboratorio metalúrgico, entre ellas tenemos:

- Prensas de montaje automático.
- Prensas de montaje semiautomático.
- Prensas con unidad de moldeo intercambiables.

V.3.2 Prensas de Montaje Automático

Máquinas accionadas por aire comprimido. La única tarea del operador es colocar las muestras y verter la resina.

Las características principales de estas máquinas son el bajo precio y la configuración compacta del equipo. Estas máquinas se pueden encontrar disponibles con ensamblaje de moldes de diámetro único y con un conjunto de moldes intercambiables para producir montajes con diferentes diámetros.

V.3.3 Prensas de Montaje Semiautomático

Maquinas accionadas por un sistema de cilindro hidráulico manual. Restauran automáticamente la presión operacional para compensar la disminución de presión debido a la fusión de la resina durante el proceso de montaje.

Estas máquinas se recomiendan cuando se requieren altas presiones en el moldeo. Estos equipos son extremadamente silenciosos, porque el control electrónico de presión detiene el sistema hidráulico cuando la carga de trabajo programada ha sido alcanzada.

V.3.4 Prensas con Unidad de Moldeos Intercambiables

Ambas maquinas pueden ser automáticas o semiautomáticas. Se pueden producir una gama completa de muestras con diferentes diámetros de moldeo simplemente cambiando el conjunto del molde con un sistema muy rápido.

V.4 Definición de Compresor

Los Compresores son máquinas cuyo propósito es incrementar la presión de fluidos compresibles e inducir un desplazamiento de fluido (Heinz P. Bloch & John J. Hoefner, 1996, pág. 1 Cap 1). Un sistema de compresión de aire puede ser de varios tipos y está compuesto por varios subsistemas (que serán explicados a lo largo del presente capítulo, tal como se muestra en la figura 5.4-1)

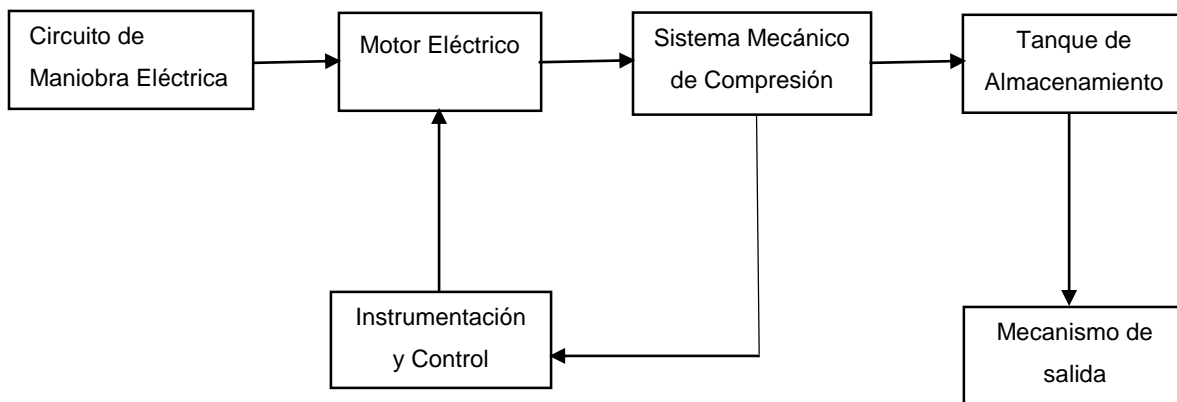


Fig. 5.4-1 Subsistemas de un Sistema de Compresión de Aire Recíprocante

El incremento de presión se realiza mediante el confinamiento de las sustancias (aire en este caso particular) y una interacción energética entre el compresor y la sustancia, absorbiendo esta última el trabajo suministrado al compresor por la fuente motriz (motor eléctrico en este caso).

No debe confundirse a las bombas con los compresores, aun cuando ambos tienen el mismo propósito (elevar la presión de un fluido y desplazarlo). Mientras la primera es una máquina hidráulica (trabaja con fluido incompresibles); la otra, por su parte, es una máquina que trabaja con fluidos compresibles (que varían su densidad cuando se someten a cambio de presión o de temperatura).

V.4.1 Leyes Termodinámicas que Rigen el Funcionamiento de un Compresor

Los compresores, al ser máquinas que trabajan con fluidos compresibles, están regidos por dos principios termodinámicos: la primera ley de la termodinámica y la segunda ley de la termodinámica.

Primera Ley de la Termodinámica:

Esta ley plantea que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. Esto quiere decir dos cosas: en los procesos termodinámicos la energía de una forma se convierte en otra y que ningún dispositivo puede brindar mayor energía de la recibe.

Segunda Ley de la Termodinámica:

Esta ley básicamente plantea que, si el resultado de un proceso termodinámico es una degradación de la energía en cuanto a su capacidad para transformarse en trabajo, el proceso ocurrirá (Jose Angel Manrique Valadez, 2005, pág. 148 Cap 6.1). Existen dos axiomas (equivalentes en sus consecuencias) de esta ley, estos son:

Axioma de Clausius: “Es imposible un proceso que tenga como único resultado el paso de calor de un foco frío a un foco caliente”, es decir, el calor siempre fluye de la región de mayor temperatura a la región de menor temperatura.

Axioma de Kelvin-Planck: “Es imposible construir una máquina, que operando en un ciclo produzca como único efecto la extracción de calor de un foco y la realización de una cantidad equivalente de trabajo”, es decir, es imposible para cualquier dispositivo el operar de forma cíclica, producir un trabajo e intercambiar calor solo con una región de temperatura constante.

Estos axiomas establecen que un dispositivo debe operar entre dos regiones de temperatura, una de alta y otra de menor temperatura.

La segunda ley también impone severas restricciones a la primera ley de la termodinámica, ya que plantea que el valor de eficiencia de una maquina térmica nunca será mayor que el de una maquina térmica reversible (no presenta fricción) si ambas operan entre los mismos límites de temperatura (Jose Angel Manrique Valadez, 2005, pág. 149 Cap 6.2).

Sin embargo, existe otro planteamiento que corresponde a la segunda ley, pero que también es equivalente a los anteriores (Clausius y Kelvin-Planck) ; este es el principio de incremento de entropía. Este principio plantea que la entropía (propiedad termodinámica) siempre que sea durante los procesos termodinámicos y que, a lo sumo permanece constante; la perfección de un proceso termodinámico es mayor mientras la creación de entropía entre dos estados termodinámicos sea menor.

Las leyes de la termodinámica influyen de forma directa a las características operacionales del sistema de compresión de aire. Existe una conversión de energía eléctrica (proveniente de la red eléctrica) que se transforma en energía mecánica mediante el motor eléctrico. Sin embargo, dado que todos los procesos termodinámicos que ocurren en el compresor son reales, siempre habrá un grado de imperfección (irreversibilidad) que hará que la energía mecánica procedente del motor eléctrico se degrade; es decir, que pierda su capacidad para hacer trabajo, por lo que el trabajo neto ejercido sobre la sustancia (aire) será menor con forme estas irreversibilidades aumenten.

Adicionalmente, mientras mayor sea la creación de entropía entre los procesos termodinámicos (más irreversibles), mayor será la temperatura final de la sustancia (aire) dada una relación de compresión. Esto contribuye a que exista una mayor transferencia de calor hacia los subsistemas, logrando de esta forma un mayor incremento de la temperatura en los componentes; por consiguiente, imponiendo mayores exigencias al sistema de enfriamiento, que debe ser capaz de mantener los niveles de temperatura dentro de los márgenes de diseño.

V.4.2 Breve Clasificación de los Compresores

Los compresores se clasifican en tres grandes categorías (figura 4.2-1): compresores dinámicos, compresores de desplazamientos positivos rotatorios y compresores de desplazamiento positivo reciprocantes.

Compresores Dinámicos:

Son máquinas rotatorias de flujo continuo que convierten la velocidad de fluido a una presión del fluido. Estos operan a velocidades de giro muy elevadas y la acción de compresión es también ejercida por estatores difusores.

Compresores de Desplazamiento Positivo Rotatorios:

Los compresores de desplazamiento positivo se rigen por el principio de desplazamiento positivo, el cual consiste en inducir un flujo de fluido como resultado de una disminución en el volumen de una cámara. En estas unidades la compresión y el desplazamiento resultan de la acción de los elementos rotatorios.

Compresores de Desplazamiento Positivo Reciprocantes:

Son unidades en las que sucesivas cantidades de gas se confinan dentro de un espacio cerrado y luego su presión es elevada gracias a la acción de un mecanismo reciprocante.

A como puede observarse en la figura 4.2-1 y, de acuerdo a la clasificación anterior, el sistema de compresión de aire Campbell Hausfeld es un compresor de desplazamiento positivo recíprocante, ya que dentro de los cilindros se confinan sucesivas cantidades de aire cuya presión es elevada por la operación de un mecanismo recíprocante.

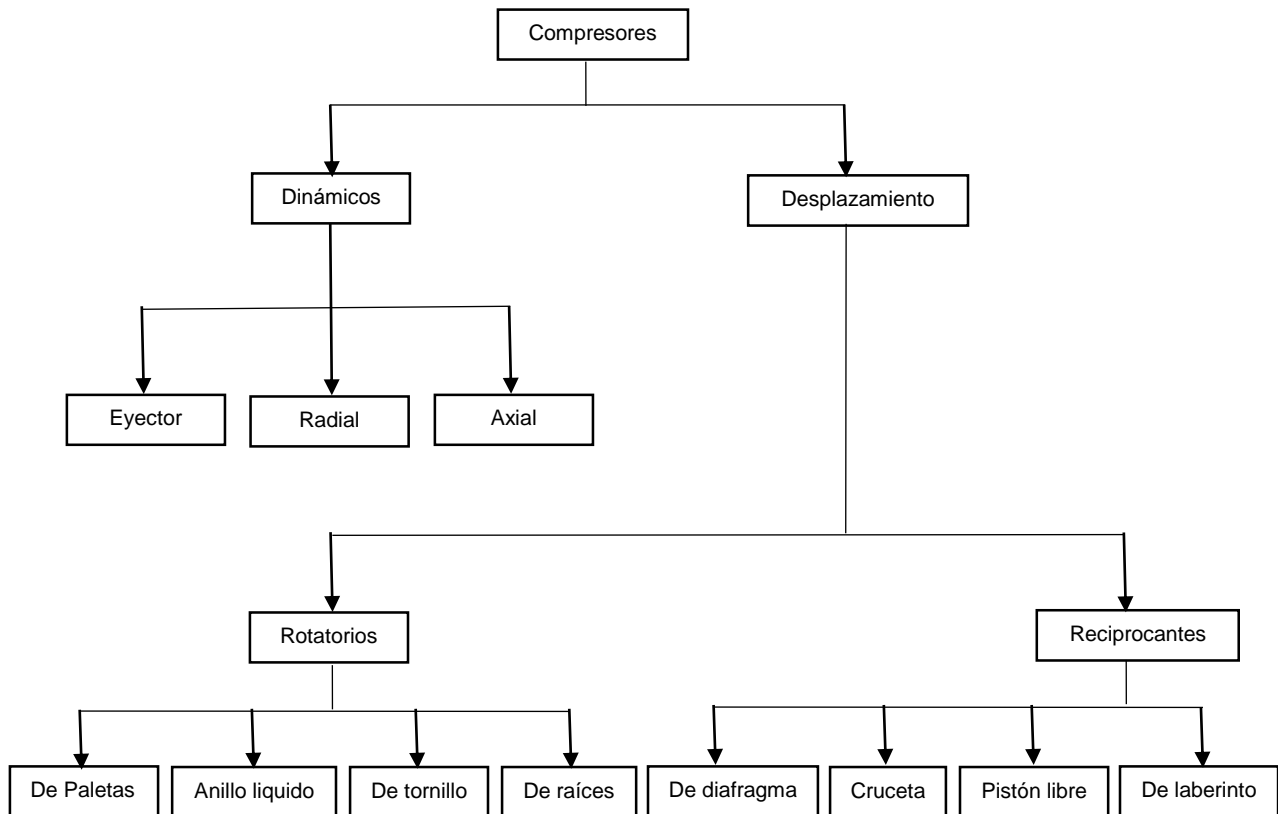


Fig. 4.2-1 Clasificación de los Compresores de Aire

VI. Análisis y Presentación de Resultados

En el presente acápite se mostrará lo concerniente al desarrollo del tema de trabajo monográfico para exponer el diagnóstico, mantenimiento correctivo, componentes añadidos, estudio económico, guía de operación y plan de mantenimiento preventivo de la Prensa de Montaje Automático IPA 40.

VI.1 Diagnóstico

En esta etapa se realizó el diagnóstico de los sistemas: eléctrico, mecánico, neumático y electrónico de instrumentación y control, de la máquina Automatic Mounting Press IPA 40 y su equipo auxiliar de Aire Comprimido. A continuación, se detallan los resultados del diagnóstico para cada sistema del equipo.

VI.1.2 Sistema Eléctrico

Como primer paso, se conectó la máquina de Prensa de Montaje Automático IPA 40 a su fuente de tensión alterna monofásica de 220 vac, 60 Hz. Se identificó que la máquina no encendía y se procedió a iniciar el diagnóstico de cada una de las partes para la determinación de la falla. El proceso de identificación de fallas atendió dos enfoques: visual y de medición eléctrica.

Protección Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico de la máquina se encontró protegido por dos fusibles de 5 amperios cada uno, por fase, así como un interruptor principal doble, el cual aísla el circuito de alimentación de 220 vac en su totalidad.

Estos dispositivos de protección (fusibles) se encontraron dañados, derretidos y adheridos a los porta fusibles (ver figura 6.1.2-1). Este fue un indicio del porque la máquina no encendía.



Fig. 6.1.2-1 Sistema de Protección Eléctrica

Procedimos al reemplazo de los fusibles y porta fusibles dañados de igual capacidad (5 amperios) ver figura 6.1.2-2.



Fig. 6.1.2-2 Fusibles de Protección Eléctrica

Una vez reemplazados los fusibles y habilitado el sistema de protección eléctrica, procedimos a encender la máquina, esta vez encendió pero no funcionó.

VI.1.3 Sistema Mecánico y Neumático

Mangueras y Conexiones

De acuerdo a lo observado, las mangueras se encontraron sucias, con residuos de pintura y agrietadas. Las abrazaderas ya tienen muchos años pues están oxidadas y como no hay registro del último mantenimiento que se le realizó a todo el sistema, es mejor reemplazar para evitar posibles fugas. Ver figuras 6.1.3-1 y 6.1.3-2.



Fig. 6.1.3-1 Mangueras y Conexiones Dañadas



Fig. 6.1.3-2 Mangueras y Conexiones Nuevas

Equipo Auxiliar de Aire Comprimido (Campbell Hausfeld)

El diagnóstico de este sistema comprendió los siguientes elementos: Tanque de almacenamiento de aire, perno de purga, filtro de aire, motor eléctrico, válvula reguladora de presión y cabezal de compresor.

Tanque de Almacenamiento de Aire Comprimido

El equipo consta de un tanque de almacenamiento de aire con capacidad de 11 galones (42 litros) y 125 psig máximo, no se observa ninguna abolladura o grieta estructural. Se encontró muy sucio, impregnado de aceite y su pintura está deteriorada, también se observó presencia de óxidos. Ver figura 6.1.3-3.

Válvula de Purga

Estos tanques de almacenamiento vienen equipados con una válvula de purga (cañería ¼ pulg), debido a la condensación del aire en su interior, que al momento de la revisión se pudo notar que esta estaba dañada, por el cual procedimos a su reemplazo. Ver figura 6.1.3-4.



Fig. 6.1.3-3 Almacenamiento de Aire Comprimido



Fig. 6.1.3-4 Válvula de Purga

Filtro de aire

El equipo cuenta con un filtro de aire tipo espuma, el cual se encontró obstruido, con partículas de aceite y polvo (ver figura 6.1.3-5). Estos tipos de filtros comúnmente ya no se encuentran en el mercado nacional, motivo por el cual no se pudo reemplazar, así que procedimos a la limpieza del filtro con agua a presión y líquidos desengrasantes.



Fig. 6.1.3-5 Filtro de Aire

Motor Eléctrico

El compresor equipa un motor eléctrico monofásico de 1 HP a 3450 RPM, modelo 9K322U marca DAYTON, que al momento de ponerlo en marcha se encontró en buen estado y funcional. No omitimos manifestar que el motor eléctrico cuenta con un sistema de arranque automático a un setting entre 90 y 120 psi. Ver figura 6.1.3-6.

El motor eléctrico cuenta con un interruptor de paro de emergencia.



Fig. 6.1.3-6 Placas de Características del Motor Eléctrico



Fig. 6.1.3-7 Motor Eléctrico

El sistema eléctrico del equipo se encontró en buenas condiciones con cable de alimentación 110 vac.

Válvula Reguladora de Presión

El sistema tiene incorporado una válvula reguladora de presión con su respectivo indicador que controla y nos muestra el flujo de aire de salida hacia los consumidores. Además el sistema cuenta con un segundo indicador que nos refleja la presión en el tanque de almacenamiento. Este sistema se encontró con partículas de polvo pero en buen funcionamiento, procedimos a realizar limpieza. Ver figura 6.1.3-8.



Fig. 6.1.3-8 Válvula Reguladora de Presión

Cabezal del Compresor

Este cuenta con un cabezal mono cilíndrico de una etapa, pre-lubricado con aceite para compresor.

Antes de poner en marcha el equipo procedimos a realizar el cambio de aceite, en vista que desconocíamos el estado actual de las propiedades del lubricante existente. Al momento de reemplazar dicho lubricante observamos un líquido color oscuro con presencia de sedimentos por el tiempo en desuso (ver figura 6.1.3-9).



Fig. 6.1.3-9 Aceite Usado de Compresor

Este fue reemplazado por el lubricante que sugiere el fabricante Campbell Hausfeld, en el cual utilizamos aproximadamente 350 ml, ver figura 6.1.3-10.



Fig. 6.1.3-10 Cambio de Aceite en Compresor

Precedimos a poner en marcha el compresor, este arrancó con normalidad pero se pudo observar que no había almacenamiento de aire en el tanque, este fue un indicio de algún problema interno en el cabezal del compresor (dado que no presentaba fugas de aire en el sistema).

En vista de que aparentemente existía un problema mecánico, procedimos a desarmar el cabezal del compresor para detectar posibles fallas, encontrando que las válvulas flappers ubicadas en la culata tenían presencia de carbón y suciedad, lo que ocasionaba que el aire que se estaba comprimiendo en la cámara de compresión retornaba a la misma y no había paso hacia el tanque de almacenamiento. Ver figura 6.1.3-11.



Fig. 6.1.3-11 Válvulas Flappers

Precedimos a realizar el descarbonado y limpieza de las válvulas, ya que intentamos reemplazarlas por nuevas, pero no tuvimos éxito, debido a que no encontramos este tipo de válvulas en el mercado nacional. Ver figura 6.1.3-12.



Fig. 6.1.3-12 Descarbonado de Válvulas Flappers

Una vez terminado el descarbonado de las válvulas procedimos al armado de culata y hacer las respectivas pruebas. Pusimos en marcha el compresor y este operó con éxito, obteniendo los 120 psig esperados en el tanque de almacenamiento. No obstante se observó que la correa en V de transmisión ya había cumplido su vida útil, por lo que procedimos a reemplazarla. Ver figura 6.1.3-13.



Fig. 6.1.3-13 Correas de Transmisión

VI.1.4 Instrumentación y Control de la Prensa de Montaje IPA 40

La Prensa de Montaje Automática IPA 40 cuenta con un calentador de inmersión eléctrico alimentado por una tensión eléctrica de 220 Vac, con una resistencia a la tensión de 600 Watt, capaz de alcanzar una temperatura de trabajo de hasta 180 °C. Este calentador está gobernado por una termocupla tipo J, que se controla mediante un dispositivo electrónico para ajustar la temperatura deseada. En la revisión de este sistema verificamos que tanto el calentador como la termocupla se encontraban en buen estado pero con presencia de óxidos, procedimos a realizar una limpieza general, ver figura 6.1.4-1.



Fig. 6.1.4-1 Calentador de Inmersión Eléctrico

El equipo también cuenta con una electroválvula o Solenoide, alimentada por una tensión eléctrica de 220 Vac del tipo PARKER Coil ZB09 9W (figura 6.1.4-2), cuya función es la de ingresar el agua fría proveniente del sistema de alimentación en un tiempo determinado y programado en el sistema de control, también trabaja en función de la temperatura registrada a través de la termocupla del calentador como proceso de enfriamiento.



Fig. 6.1.4-2 Electroválvula Solenoide

Esta electroválvula se encontró en buenas condiciones y operando con normalidad.

VI.1.5 Sistema Electrónico de la Prensa de Montaje IPA 40

El sistema electrónico de la maquina se encontró constituida por una tarjeta simple con un transformador de 12 volt, tres relé electromagnéticos de 12 volt, resistencias de 10Ω (entre otras), capacitores de $47 \mu\text{F}$, un circuito integrado del tipo LM324N como amplificador operacional cuádruple con entradas diferenciales verdaderas y un circuito integrado del tipo SIEMENS SAB 0529 como temporizador digital programable (ver figura 6.1.5-1)

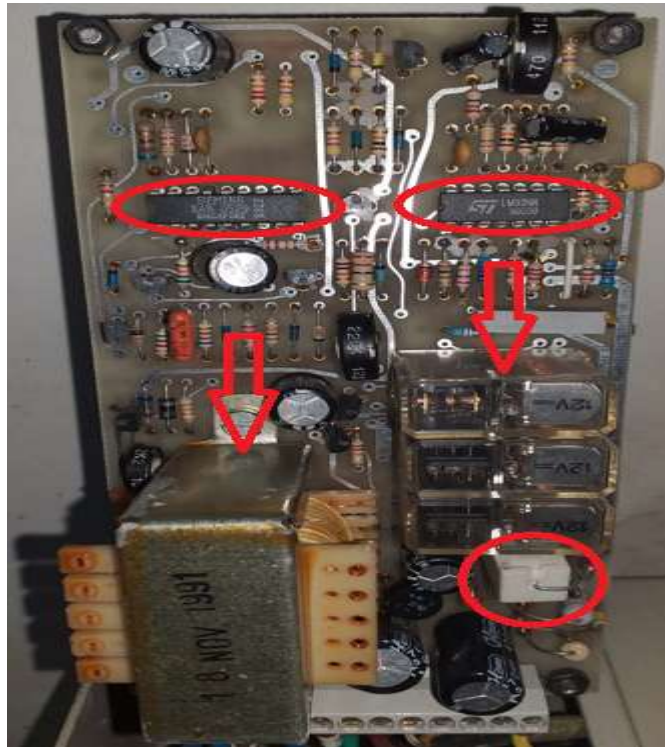


Fig. 6.1.5-1 Tarjeta Electrónica IPA 40

Al momento de realizar las mediciones de corriente con el multímetro, detectamos que una resistencia de $10\ \Omega$ estaba dañada, pues no había paso de corriente. Procedimos a reemplazar la resistencia por otra de igual capacidad, ver figura 6.1.3-2



Fig. 6.1.3-2 Resistencia $10\ \Omega$

Continuamos revisando el circuito y encontramos que el integrado LM324N, presentaba fallas, es decir estaba dañado, recibía los 12 volt de los relé pero no cerraba el circuito, lo que al momento de ensayar la maquina esta no realizaba su ciclo completo (calentamiento y enfriamiento).

Buscamos el repuesto original en el mercado nacional y no obtuvimos éxito, pues este tipo de integrado ya está obsoleto y los dejaron de fabricar hace años.

Desconocemos en la actualidad si existe aún otra compañía en el extranjero que continúe fabricando este tipo de circuito integrado, ya que en el mercado nacional no existe.

Conseguimos un repuesto de origen genérico, en el cual procedimos a instarlo en 3 ocasiones con 3 diferentes marcas y no obtuvimos éxito, pues la máquina aun no cumplía con su ciclo de operación.



Fig. 6.1.3-3 Circuito Integrado LM324N

VI.2 Componentes Añadidos

En base a que no encontramos en el mercado nacional los repuestos y componentes necesarios para reparar la máquina y que esta operara normalmente, pensamos y discutimos la opción de instalar un sistema electrónico nuevo y programable, acorde al manual y recomendaciones del fabricante.

Para lograr esto decidimos buscar asistencia de un equipo técnico electrónico, en el cual nos recomendó la instalación de un Micro PLC Logo v8 (figura 6.2-1) y un Controlador de Temperatura OMRON (figura 6.2-1).

Un *Micro PLC Logo V8* de Siemens, es un módulo lógico inteligente para proyectos de automatización a pequeña escala. Es conocido como el módulo lógico inteligente para la implementación de soluciones de control en el ámbito de la micro automatización, gracias a la facilidad de montaje, mínimo requerimientos de cableado, programación sencilla, todo ello en un tamaño reducido.



Fig. 6.2-1 Micro PLC Logo v8



Fig. 6.2-2 Controlador de Temperatura OMRON

VI.2.1 Materiales y Accesorios Utilizados

Para llevar a cabo la instalación y el proceso de automatización a pequeña escala de la Prensa de Montaje Automático IPA 40, se necesitaron de los siguientes materiales y accesorios:

1. Micro PLC Logo v8.
2. Controlador de temperatura OMRON 120-240 VAC Salida Relé.
3. Fuente de voltaje 220 VAC / 24 DC.
4. Relé estado sólido OMRON 25A / 250 VAC.
5. 30 metros de cable flexanel calibre 18.
6. Pulsador N/O.

VI.2.2 Proceso de Automatización

Previo al ensamble de los accesorios y controladores (figura 6.2.2-1) los cuales se utilizaron para la actualización del sistema de control de la máquina, se realizaron pruebas con los elementos de forma externa dando excelentes resultados, los cuales cumplían con los requerimientos de la máquina.

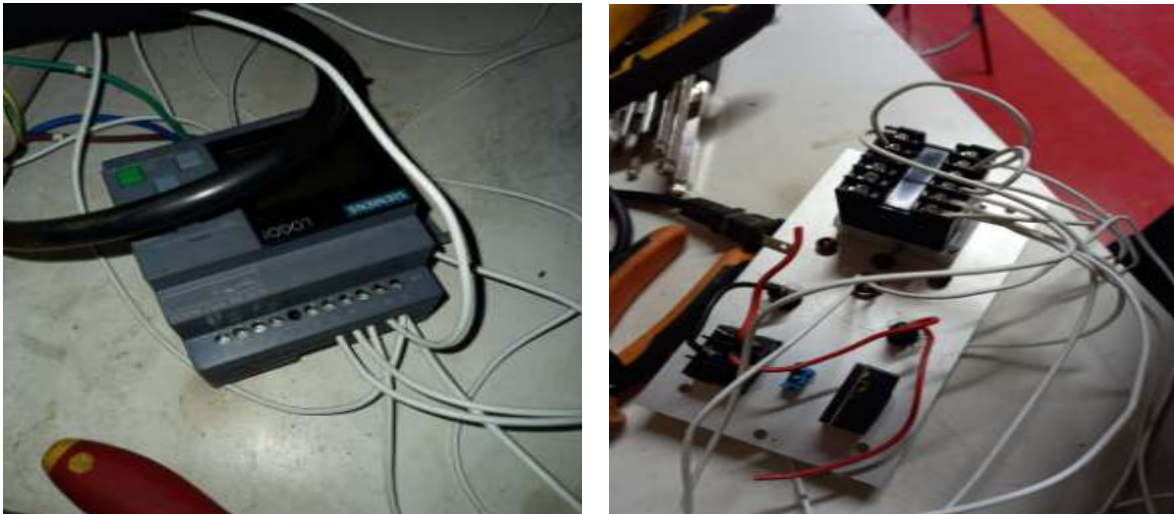


Fig. 6.2.2-1 Ensamble de Accesorios y Controladores

El diámetro de la sección transversal del cableado utilizado cumple con las condiciones necesarias para la aplicación, manejando un límite de corriente de 8 amperios.

Se realizó la programación del *Micro PLC Logo v8* y *Controlador de Temperatura OMRON* bajo las siguientes condiciones operativas:

1. Se programó a través del Micro PLC Logo v8, un precalentamiento de la máquina a 40 °C, para dar inicio al calentamiento hasta alcanzar una temperatura de 180 °C (según la recomendación del fabricante). La máquina anteriormente no contaba con un precalentamiento, decidimos realizar esta mejora en la operación para acortar el tiempo de permanencia y que esta sea más eficiente.
2. Se estableció una temperatura máxima de moldeo de 180 °C, ya que para procesar monturas con resinas fenólicas termoestables (baquelitas) es necesaria una temperatura entre 170 °C y 180 °C. Para lograr esta configuración de parámetros en el controlador de temperatura utilizamos un lazo de control PID.
3. Se estableció un tiempo de permanencia de 7 minutos, una vez es alcanzada la temperatura máxima de moldeo (180 °C).
4. Se configuró el controlador de temperatura OMRON al alcanzar la temperatura de enfriamiento de 40 °C y se activa una alarma representada en pantalla como Sub1 interpretada como precalentamiento, luego al dar inicio el proceso con el pulsador N/O alcanza una temperatura de 180 °C activándose la siguiente alarma Sub2, la cual confirma al Micro PLC Logo v8 que debe iniciar el tiempo de permanencia de 7 minutos.
5. Finalizando el tiempo de permanencia de 7 minutos empieza automáticamente el proceso de enfriamiento, en el cual la temperatura debe descender hasta los 40 °C, finalizando así el proceso.

VI.3 Pruebas Realizadas

Una vez finalizado el proceso de instalación y programación de los componentes electrónicos, procedimos a realizar pruebas de funcionamiento las cuales detallamos a continuación:

- 1) Con el equipo auxiliar neumático (compresor de aire) ajustamos la salida de presión de aire a 5 atmósferas con un tiempo de permanencia en la temperatura de moldeo (180 °C) de 4 minutos, como resultado la muestra obtenida salió fallida, esto pudo ser debido al muy poco tiempo de permanencia en la temperatura de moldeo (figura 6.3-1).



Fig. 6.3-1 Test 1

- 2) Procedimos a realizar una segunda prueba, esta vez ajustamos el tiempo de permanencia en la temperatura de moldeo (180 °C) a 6 minutos con una presión a la salida del compresor de aire de 5 atmósferas, como resultado obtuvimos una muestra más procesada, pero observamos una irregularidad o deformación geométrica en la muestra, es decir se apreció una pequeña burbuja en el centro de la misma, acá pensamos que pudo ser debido a baja presión en el sistema neumático (figura 6.3-2).



Fig. 6.3-2 Test 2

- 3) Procedimos a realizar una tercera prueba, realizamos limpieza en el pistón del molde (puntos muertos superior e inferior) para descartar cualquier obstrucción y mantuvimos el tiempo de permanencia a 6 minutos, esta vez decidimos aumentar la presión de aire de 5 a 6 atmósferas, como resultado obtuvimos una muestra más regular, pero seguíamos apreciando aunque en menor escala la burbuja en el centro de la misma (figura 6.3-3).

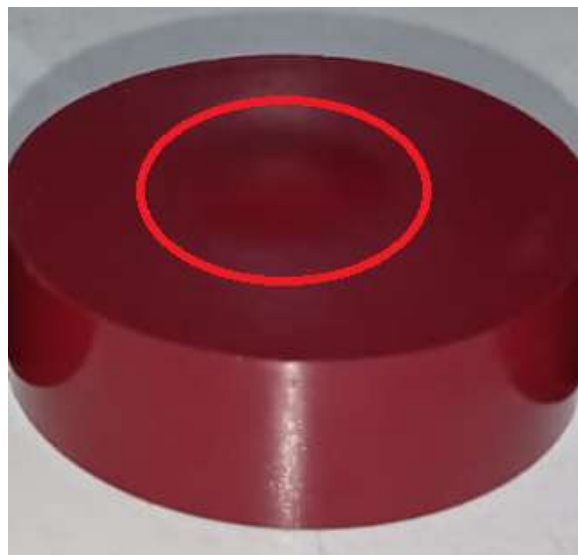


Fig. 6.3-3 Test 3

- 4) Procedimos a realizar una cuarta prueba, en la cual decidimos aumentar el tiempo de permanencia en la temperatura de moldeo (180 °C) a 7 minutos, incrementado también la presión a la salida del compresor de aire de 6 a 7 atmósferas, como resultado se obtuvo una muestra perfecta sin irregularidades ni deformaciones, es decir la prueba fue un éxito (figura 6.3-4).

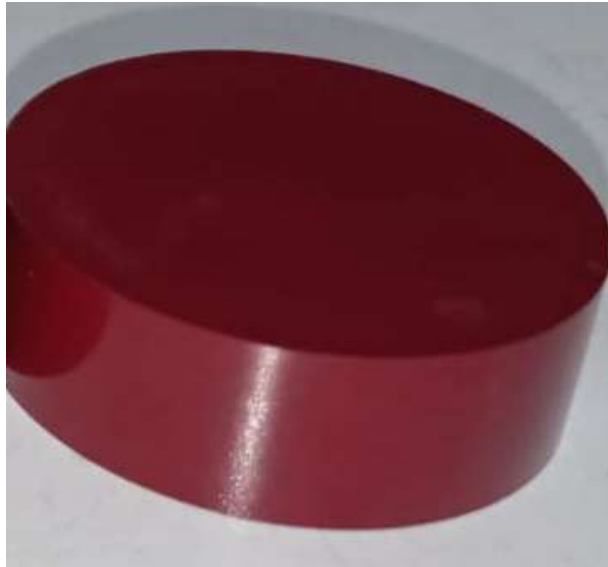


Fig. 6.3-4 Test 4 Final



Fig. 6.3-5 Test de Pruebas

No omitimos manifestar que después de la prueba de éxito realizamos dos pruebas más adicionales, con los mismos parámetros operacionales, obteniendo los mismos resultados satisfactorios.

VI.4 Estudio Económico

En este estudio se determina los recursos que se requieren para el desarrollo de este proyecto. Se estima como inversión inicial la compra de repuestos y suministros de reposición sin incluir costos de transporte, instalación, mantenimiento o capacitación de personal.

Los valores bases de la máquina se ven reflejados en la Tabla N° 1 Costo de Máquina Nueva.

Tabla N° 1: Costo de Máquina Nueva

EQUIPO	VALOR
Automatic Mounting Press IPA 40	4,000 USD

Los motivos de selección de esta máquina se describen en la Página N° 3 de este proyecto. Dentro de las razones principales por la que se escogió esta máquina es debido a que en el mercado nacional es la única que cumple con los requerimientos técnicos para el proceso de ensayos metalográficos.

VI.4.1 Inversión

En la inversión se tiene en cuenta todos los costos adicionales para la reparación, modificación y puesta en marcha de la máquina, en las instalaciones de la universidad, el primer costo a calcular tiene énfasis en la reparación mecánica de dicha máquina, ya que corresponde a la finalidad de este proyecto.

Por tanto a continuación se presenta en la Tabla N° 2 Repuestos y Material de Reposición Mecánico.

Tabla N° 2: Repuestos y Material de Reposición Mecánico

Repuestos y Material de Reposición Mecánico	
Aceite para Compresor	C\$ 214.14
Filtro de Aire	C\$ 1,042.92
Correas	C\$ 111.39
Mangueras de Presión de Aire	C\$ 130.07
Tornillos (abrazaderas inoxidable)	C\$ 93.43
Llave de Purga 1/4"	C\$ 130.71
Lija #360	C\$ 20.00
Lija #220	C\$ 20.00
Broca 1/4"	C\$ 80.00
Broca 3/16"	C\$ 20.00
Líquido Penetrante	C\$ 60.00
Pintura General	C\$ 2,000.00
Total Gastos	C\$ 3,922.65

El segundo costo a calcular y con un énfasis secundario, sin embargo necesario para la reactivación de esta máquina corresponde a la reparación electrónica.

Con la salvedad que en esta práctica se hizo necesaria la asistencia técnica de un profesional en la ingeniería electrónica, rama ligada a la ingeniería mecánica.

Por tanto a continuación se presenta en la Tabla N° 3 Repuestos y Material de Reposición Electrónico.

Tabla N° 3: Repuestos y Material de Reposición Electrónico

Repuestos y Material de Reposición Electrónico	
Switch de Palanca	C\$ 60.00
Automatización Electrónica, Pulsador N/O, Micro PLC Logo v8, Controlador de Temperatura OMRON, Relé Estado Sólido OMRON, Porta Fusibles, Cable Flexanel #18, Fuente de Voltaje 220 VAC / 24 DC	C\$ 15,691.00
Total Gastos	C\$ 15,751.00

De este estudio económico obtuvimos un total de costos y gastos invertido en la reactivación, modificación y puesta en marcha de C\$ 19,673.65 equivalente a \$ 554.19 USD.

Este dato económico demuestra la factibilidad de inversión en la reactivación de esta máquina, que la universidad obtuvo versus la adquisición de un equipo nuevo.

VII. Guía de Operación de la Prensa de Montaje Automático

Los ciclos de calentamiento y enfriamiento son completamente automáticos

La temperatura de calentamiento y el tiempo de permanencia a dicha temperatura son completamente automáticos.

Para procesar monturas con resinas fenólicas termoestables (baquelita) es necesaria una temperatura entre 170 °C y 180 °C, que se establece de manera automática a través del controlador de temperatura OMRON y que se puede apreciar en la pantalla electrónica del mismo.

El tiempo de permanencia a la temperatura de moldeo (180 °C) es completamente automático y está establecida a 7 minutos, una vez se ha alcanzado la temperatura de moldeo (180 °C). No se requiere tiempo necesario para procesar los primeros montajes, ya que se ha programado una temperatura de precalentamiento de 40 °C.

Cuando termina el tiempo de permanencia a la temperatura de moldeo (180 °C), el calentador se apaga automáticamente y por medio de una electroválvula, el agua fría es forzada a través de una bobina de enfriamiento.

El ciclo de enfriamiento finaliza automáticamente cuando la temperatura de la unidad de moldeo es de aproximadamente de 40 °C, de modo que el molde a esta temperatura es manejable, después de esta etapa el equipo mantiene la temperatura de 40 °C a esperas de un segundo montaje.

El final de todo el ciclo se anuncia mediante un mensaje en la pantalla electrónica del Micro PLC Logo v8 como “Proceso Terminado”

VII.1 Procedimiento para Llevar a Cabo una Operación de Moldeo:

- 1) Encienda el interruptor de encendido y apagado para iniciar el ciclo automático de precalentamiento como se describe anteriormente (el switch de palanca tiene que estar en posición ON). Se observará en la pantalla electrónica la temperatura actual del molde y se podrá observar el ascenso de temperatura durante la etapa de precalentamiento hasta alcanzar los 40 °C. También se podrá observar en la pantalla electrónica del Micro PLC Logo v8 el mensaje de "Precalentamiento".
- 2) Encienda el compresor de aire comprimido y espere que este cargue por completo (120 Psig), asegúrese que la válvula de salida este cerrada y no haya fuga de aire en la manguera.
- 3) Ajuste la presión con el regulador hasta que el manómetro alcance como mínimo 6 atmósferas.
- 4) Levante el pistón del molde hacia el punto muerto superior, trabajando en la válvula especial de control de presión.
- 5) Desatornille el contramolde y coloque la muestra con la superficie a analizar volteada hacia abajo.
- 6) Lleve el pistón al punto muerto inferior.
- 7) Cargue el cilindro de moldeo con polvo de baquelita, una carga promedio es de aproximadamente 60 ml, sin embargo, esto depende del tamaño de la muestra. La muestra no debe ser demasiado gruesa o demasiado ancha y preferiblemente no debe tener bordes afilados.
- 8) Atornille el contramolde.
- 9) Levante la válvula especial de control de presión.
- 10) Asegúrese que la válvula del sistema de suministro de agua este abierta.

- 11) Presione el pulsador N/O color azul para iniciar la etapa de calentamiento (el switch de palanca tiene que estar en posición ON), se podrá observar en la pantalla electrónica del Micro PLC Logo v8 el mensaje de "Calentamiento".
- 12) Finalizado el proceso de calentamiento y el tiempo de permanencia a la temperatura de moldeo (180 °C), automáticamente iniciara el proceso de enfriamiento donde se podrá observar el descenso de la temperatura hasta 40 °C en la pantalla electrónica, durante este proceso se podrá observar un mensaje en la pantalla electrónica del Micro PLC Logo v8 como "Enfriamiento". Verificar la salida de agua hacia el drenaje que esta esté caliente.
- 13) Una vez finalizado el proceso se presentara un mensaje en la pantalla del Micro PLC Logo v8 como "Proceso Terminado".
- 14) Repita el paso 6.
- 15) Desatornille el contramolde.
- 16) Repita el paso 4 y con un guante térmico extraiga la muestra.
- 17) Si va requerir de otros montajes repita el procedimiento desde el paso 5.
- 18) Si ya no va a requerir más montajes apague la máquina y el compresor de aire en el interruptor de encendido y apagado. Deje enfriar la maquina con el contramolde desatornillado o abierto. Despresionar el compresor de aire y purgue el tanque de almacenamiento de aire por condensado.
- 19) Fin del procedimiento.

VIII. Mantenimiento

Podemos afirmar que el objetivo de la función de mantenimiento es conservar en buen estado y de la forma más económica más posible el equipo, herramientas e instalaciones de una empresa, laboratorio o taller, de tal manera que estos se mantengan en operación y, al mismo tiempo generando productos y servicios con la calidad deseada, (Stephen J Chapman, 2012).

VIII.1 Administración del Mantenimiento:

Para afirmar que se está cumpliendo la administración del mantenimiento, es de carácter obligatorio cumplir con los siguientes aspectos:

Primero: Tenemos que mantener el equipo operando.

Segundo: El equipo tiene que funcionar de tal forma que se cumpla las especificaciones de calidad.

Tercero: Se tiene que lograr lo anterior de la forma más económica posible.

Para lograr estos 3 objetivos, la administración del mantenimiento debe ser un uso óptimo de los siguientes elementos (Stephen J Chapman, 2012):

- a) Personal.
- b) Equipo y herramientas.
- c) Repuestos y materiales.

VIII.2 Niveles de Mantenimiento:

Existen cinco niveles de mantenimiento (Heinz P. Bloch & John J. Hoefner, 1996, pág. 107 Cap 3). Estos son:

1. Mantenimiento reactivo o mantenimiento de descompostura (falla): Este tipo de mantenimiento incluye la reparación del equipo después de su fallo; en otras palabras, ocupa el equipo hasta que falle. Es no planeado, no deseado, costoso y usualmente no se puede evitar, aunque otros tipos de manteniendo se hayan efectuado.
2. Mantenimiento de rutina: Este nivel incluye lubricación y una reparación proactiva. La lubricación deberá hacerse respetando un calendario establecido. La reparación proactiva consiste en una reparación de equipos basada en un nivel alto de mantenimiento. Esto permite determinar que, si el equipo no se repara, una avería ocurrirá.
3. Mantenimiento correctivo: Este nivel incluye el ajuste o la calibración del equipo. Esto permite mejorar la calidad o el desempeño del equipo. La necesidad de aplicar el mantenimiento correctivo a un equipo proviene de observaciones de mantenimiento predictivo o preventivo.
4. Mantenimiento preventivo: Este proceso es continuo e incluye inspección periódica de acuerdo a un calendario. El objetivo es minimizar los problemas asociados a futuros mantenimientos y la necesidad de mantenimientos de falla.
5. Mantenimiento Predictivo: Predice potenciales problemas mediante la detección sensorial en operaciones del equipo. Este tipo de mantenimiento monitorea las operaciones, diagnostica tendencias indeseables y determina con precisión problemas potenciales. En términos sencillos, un operario que escucha un cambio en el sonido que hace el equipo predice un problema potencial. Esto luego conlleva aun manteniendo correctivo o uno de rutina.

VIII.3 Mantenimiento Preventivo y su Efectividad:

El mantenimiento no es una póliza de seguro ni una caja de seguridad, es un requerimiento para el éxito. Sin un mantenimiento preventivo efectivo, los equipos están destinados a fallar durante la operación.

Los sistemas deben ser mantenidos a su máximo nivel de desempeño; es por eso que la actividad de mantenimiento debe incluir inspección regular, limpieza, ajuste y reparación de equipos y sistemas. Las paradas de equipo ocurren como resultado de una operación indebida del equipo o fallas al implementar tareas básicas preventivas.

Por otro lado, desarrollar mantenimientos innecesarios y reparaciones deberían evitarse. Un ejemplo de esto es el hecho de overhauled equipos periódicamente cuando no es necesario; esto es un lujo muy costoso, algo que las empresas están renuentes a pagar.

Las reparaciones efectuadas en la base de emergencia son muy costosas en comparación con los mantenimientos efectuados de acuerdo a un calendario planeado. Incluso aunque más difíciles de calcular, pero indudablemente altos, son los costos que incluyen la caída de los procesos productivos o el tiempo y costo laboral en tales eventos. Por si las consecuencias de un mantenimiento mal planeado fueran pocas, es mucho peor el impacto negativo que trae consigo las frecuentes paradas en el desempeño global de la planta, incluyendo el sutil efecto en la moral de los trabajadores, calidad del producto y costos de unidades (Heinz P. Bloch & John J. Hoefner, 1996, pág. 340 Cap 6).

VIII.4 Plan de Mantenimiento:

Antes de proceder a realizar cualquier tipo de mantenimiento a la Prensa de Montaje Automático y Compresor de Aire Comprimido, es importante verificar que estos no posean alimentación eléctrica, hidrostática y neumática. Esto con el fin de evitar daños al equipo y/o lesiones al técnico.

VIII.4.1 Mantenimiento Preventivo de la Prensa de Montaje IPA 40.

Asegurase que el equipo se encuentre a temperatura ambiente, ya que puede causar quemaduras por parte del calentador de inmersión. Así mismo es de carácter obligatorio la utilización de equipo de protección personal, (gafas y guantes).

Componentes de la Prensa de Montaje IPA 40:

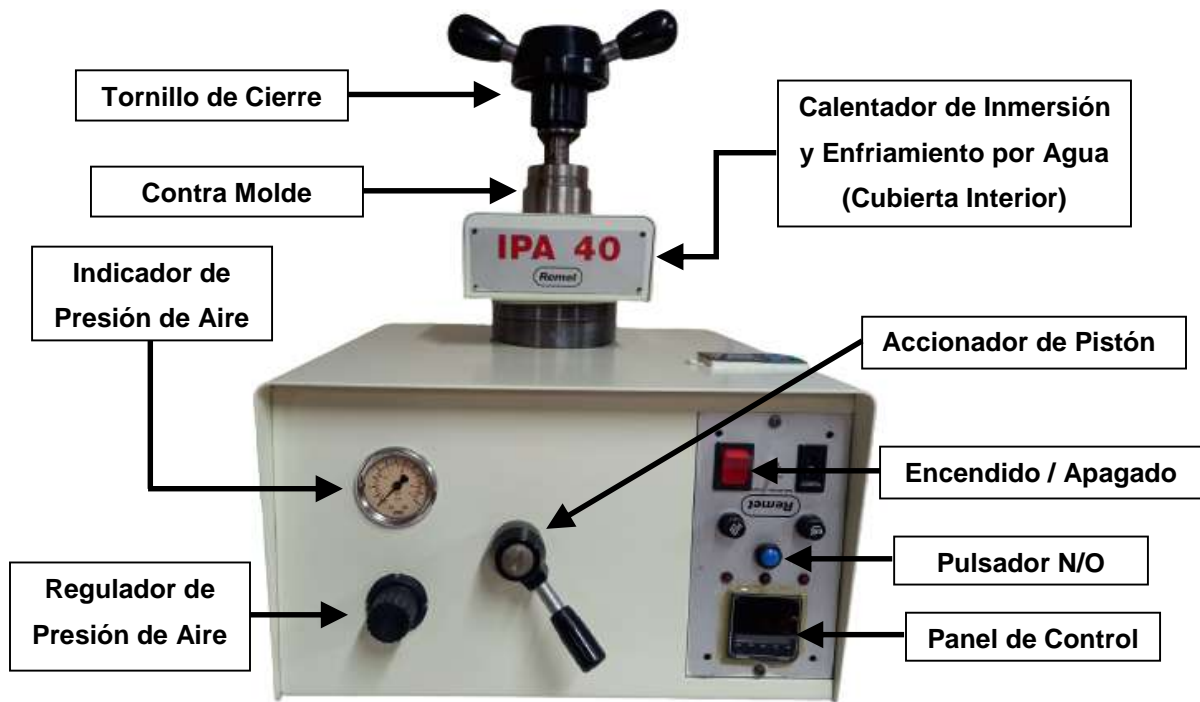


Fig. 8.4.1-1 Componentes de la Prensa de Montaje IPA 40

Electroválvula:

El equipo cuenta con una electroválvula tipo PARKER Coil ZB09 (figura 6.1.4-2), la cual es alimentada por una tensión 220 vac. Esta es la que permite el paso del fluido de enfriamiento (agua) para que la unidad se enfrie. Dado que estas electroválvulas son libres de mantenimiento y en caso de que esta presentara fallas, se deberá proceder a su reemplazo.

Calentador de Inmersión Eléctrico:

Se recomienda realizar una limpieza periódica al calentador (figura 6.1.4-1) ya que este es enfriado por agua, y al estar en constante contacto con el fluido, este tiende a presentar oxido en la parte externa.

Para proceder con la limpieza se deberá utilizar los siguientes materiales:

- Líquido Antioxidante
- Papel Lija #220
- Papel Lija #360

Tornillo de Cierre:

Este dispositivo se encarga de cerrar el contra molde (figura 8.4.1-1) para la debida fijación de la muestra, por este motivo es muy importante mantenerlo lubricado para un enrosque suave y de precisión. Se recomienda utilizar líquido penetrante WD-40 en el tornillo de cierre (figura 8.4.1-1). Este se aplicará mensualmente o las veces que sea necesario.

Mangueras y Abrazaderas:

La unidad de moldeo se complementa con una alimentación Hidrostática, por lo cual utiliza alrededor de 5 pies de manguera 3/8" que van fijadas a la unidad de moldeo por medio de unas abrazaderas metálicas de 1/2".

Si en la respectiva revisión las mangueras presentan agrietamientos o fugas y las abrazaderas oxidación, se debe proceder a realizar el cambio de las mismas. Ver figura. 6.1.3-1 y figura 6.1.3-2.

Sistema de Control Electrónico:

La unidad de Control Electrónico es libre de mantenimiento. Si este llegara a presentar alguna falla, se deberá contactar a la unidad de servicios electrónicos correspondiente. Ver figura 6.2-1 y figura 6.2-2.

Tabla N° 4: Cronograma de Mantenimiento IPA 40

Mantenimiento			
Servicio Necesario	Diario	Mensual	Semestral
Limpieza de la unidad	•		
Limpieza del Calentador de Inmersión Eléctrico		•	
Revisión de Mangueras, Conexiones y Abrazaderas			•
Revisión Tornillo de Cierre		•	

VIII.4.2 Mantenimiento Preventivo del Compresor de Aire.

Antes de proceder a realizar cualquier tipo de mantenimiento al Compresor de Aire Comprimido, es importante verificar que el cordón eléctrico se encuentre desconectado de su fuente de alimentación y a su vez liberar toda la presión de aire del sistema.

Utilice el equipo de protección personal para su seguridad, a fin de evitar lesiones graves. El uso de gafas Z87.1 es de carácter obligatorio, así como protectores auditivos en casos que este supere los 85 dB. Es recomendable no usar ropa suelta, así como guantes, corbatas o joyería que pudiese quedar atrapada en las partes móviles.

Un mantenimiento regular asegurara una eficiencia máxima por un periodo prolongado. Por tanto, este compresor se debe de chequear a diario para ver si tiene algún tipo de problema.

Componentes del compresor de Aire Campbell Hausfeld :

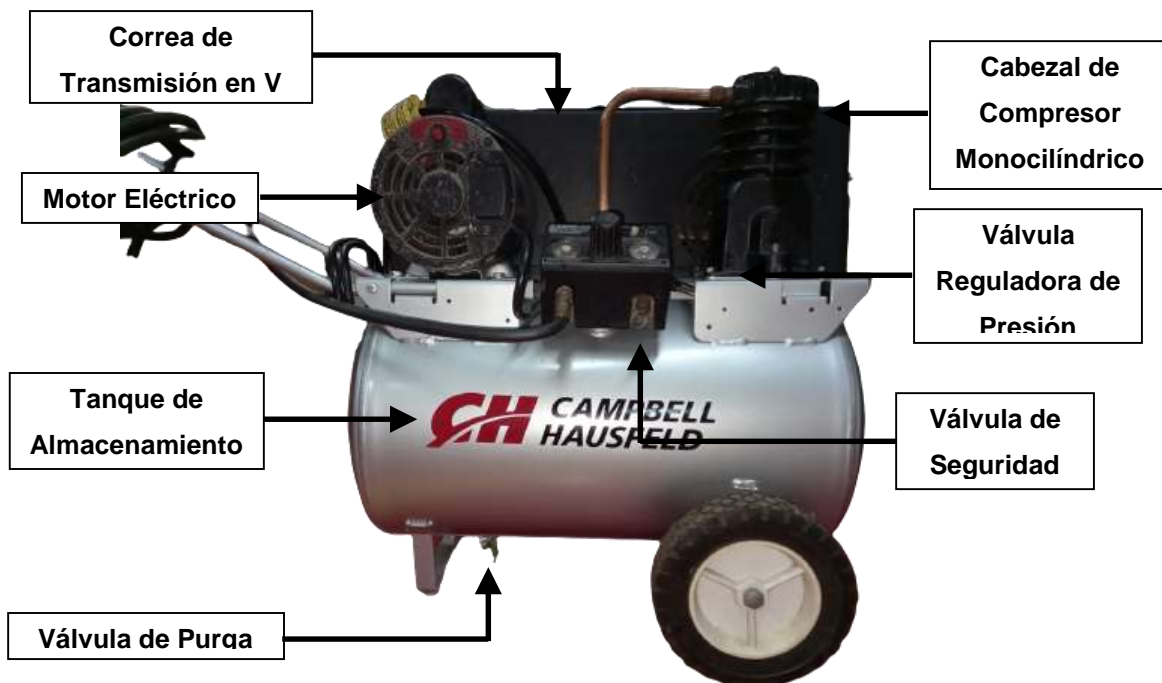


Fig. 8.4.2-1 Componentes del Compresor de Aire Comprimido

Aceite: Cambie el aceite después de 500 horas o Trimestralmente, lo que ocurra primero.

Procedimiento para el Cambio de Aceite:

1. Encienda el compresor de modo que el aceite se caliente.
2. Desconecte la unidad de la fuente de alimentación.
3. Coloque un recipiente limpio debajo del cabezal del compresor.
4. Quite el tapón del orificio de lubricación y viértalo sobre el recipiente. Vire un poco la unidad para drenar el aceite completamente.
5. Coloque el tapón de drenaje.
6. Agregue aproximadamente 350 ml del aceite nuevo recomendado por el fabricante (Campbell Hausfeld), o un equivalente SAE 30 sintético. Ver figura 6.1.3-10.

No utilice aceite automotriz como por ejemplo 20W50. Los aditivos existentes en los aceites de motores comunes pueden causar la acumulación de depósitos y reducir la vida útil del equipo.

Purga: El agua que se almacena en el fondo del tanque al condensarse el aire, debe drenarse usando el perno de purga que se localiza en la parte inferior del tanque del compresor.

Los tanques de almacenamiento contienen aire de alta presión. Mantenga la cara y otras partes del cuerpo lejos de la salida del drenaje. Purgue la presión de aire del tanque abriendo la válvula de seguridad, antes de abrir la válvula de purga.

Cuando se abra la válvula de seguridad del tanque se liberará una gran cantidad de aire que viaja a gran velocidad, se recomienda usar gafas de seguridad Z87.1 en todo el proceso.

Procedimiento para Drenar el Tanque de Almacenamiento:

1. Apague el compresor y libere la presión del sistema. (Para liberar la presión del sistema tire del anillo de la válvula de seguridad).
2. Drene la humedad del tanque abriendo la válvula de purga debajo del tanque. Inclíne el tanque para eliminar toda la humedad. Ver figura 6.1.3-4.
3. Cierre la válvula de purga.

Filtro de Entrada de Aire: El filtro deberá retirarse y verificarse de forma periódica. Un filtro de aire obstruido puede disminuir el rendimiento del compresor y provocar su recalentamiento.

Procedimiento para Inspeccionar el Filtro:

1. Retire el filtro e inspecciónelo.
2. Limpie soplando con aire comprimido.
3. Si está muy contaminado u obstruido cámbielo.
4. Vuelva a instalar el filtro. Ver figura 6.1.3-5.

Válvula de Seguridad: Esta ajustada para activarse y liberar presión en caso de falla de interruptor de presión.

Procedimiento para Verificar el Estado de la Válvula de Seguridad:

1. Ponga en marcha el compresor hasta que alcance la presión de corte.
2. Usando sus gafas de seguridad, tire del anillo de la válvula de seguridad para liberar la presión del tanque del compresor. Ver figura 8.4.2-1.

3. Esta válvula de seguridad deberá cerrarse automáticamente a 2.76 bar.
4. Si la válvula de seguridad no se cierra automáticamente, debe ser reemplazada.

Correa de Transmisión en V: Se recomienda la Tensión y Alineación de la correa en V después de 200 horas o mensualmente, lo que ocurra primero.

Procedimiento para Verificar el Estado de la Correa:

1. Asegúrese que la unidad esta desconectada de la fuente de alimentación.
2. Verificar el buen estado de las poleas.
3. Revise que el movimiento de la correa en su punto medio no exceda los 12mm.
4. En caso que exceda, se procederá a aflojar los tornillos de sujeción para dar la tensión adecuada. A su vez asegurarse que esta quede alineada.
5. Dar apriete a los tornillos de sujeción.
6. De presentar grietas o desgaste irregular, proceder a reemplazarla. Ver figura 6.1.3-13

Tabla N° 5: Cronograma de Mantenimiento Compresor de Aire

Mantenimiento				
Servicio Necesario	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral
Revisión Nivel de Aceite	•			
Dreno o Purga del Tanque	•			
Revisión Filtro de Aire		•		
Revisión Válvula de Seguridad		•		
Limpieza de la Unidad			•	
Inspección de la Correa			•	
Cambio de Aceite				•

IX. Conclusiones

1. Cumplimos el objetivo principal de este proyecto como es la reactivación total de la Prensa de Montaje Automático IPA 40 y su equipo auxiliar (compresor de aire), teniendo en cuenta que es la única maquina en el país capaz de producir encapsulados de baquelitas para ensayos metalográficos.
2. Mediante la revisión y diagnóstico de la Prensa de Montaje Automático IPA 40, se identificó en el sistema electrónico que necesitaba una modificación en el mismo, ya que la máquina presentaba un sistema obsoleto a consecuencia de la antigüedad del equipo y en el mercado no existen repuestos que permitan el cambio de estos componentes en tiempo oportuno. A su vez durante el diagnóstico también identificamos que el sistema mecánico ameritaba el cambio de accesorios, tales como mangueras y abrazaderas, a consecuencia del tiempo, desuso y falta de mantenimiento preventivo del equipo.
3. Otro factor importante que causaba la inactividad de la maquina era el mal estado de su equipo auxiliar (compresor de aire), ya que presentaba averías en el sistema neumático (válvulas flappers). Por tanto se procedió a realizar el respectivo mantenimiento correctivo.
4. Mediante la reactivación de la Prensa de Montaje se logró obtener un beneficio económico hacia la universidad, validando así la factibilidad de la reactivación y no invertir en un equipo nuevo que traiga consigo un desembolso a futuro.
5. Con esta reactivación se obtuvo la disponibilidad de un activo más para las prácticas de laboratorio que amerita la comunidad estudiantil en su desarrollo profesional.

X. Recomendaciones

1. Se recomienda seguir los planes de mantenimiento propuestos en el capítulo 8.4 de este proyecto, y con esto garantizar un buen funcionamiento y una vida útil prolongada de los equipos.
2. También se recomienda el buen uso de la guía de operación de los equipos, establecida en el capítulo 7 de este proyecto, para garantizar la integridad electromecánica de los equipos y la seguridad de los operarios.

XI. Bibliografía

Clausius y Kelvin-Planck. (s.f.). *Wiki Departamento de Física Aplicada III*

Universidad de Sevilla. Obtenido de Segundo Principio de la Termodinámica:

[http://laplace.us.es/wiki/index.php/Segundo_principio_de_la_termin%C3%A1mica_\(GIE\)](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Segundo_principio_de_la_termin%C3%A1mica_(GIE))

Creus Sole, A. (2011). *NEUMÁTICA E HIDRÁULICA*. Barcelona .

Heinz P. Bloch & John J. Hoefner. (1996). *Reciprocating Compressors: 1st. Edition Operation and Maintenance*. USA: Gulf Professional Publishing .

<https://artsreverie.com/prensas-neumaticas>. (s.f.). Obtenido de <https://artsreverie.com/prensas-neumaticas>

Jose Angel Manrique Valadez. (2005). *Termodinámica*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Remet, M. C. (s.f.). Machine catalog. *SOLIDOGRAPHY*, 1-8.

Stephen J Chapman. (2012). *Administración del mantenimiento*. Mexico: McGraw-Hill Companies, Inc.

XII. Anexos