



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SISTEMAS ELECTRONEUMÁTICOS Y  
ELECTROHIDRÁULICOS, EN JUEGOS ELECTROMECAÑICOS, IRTRA XETULUL**

**José Estuardo Sumpalaj López**

Asesorado por el Ing. Jorge Mario Rodas Lozano

Guatemala, septiembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SISTEMAS ELECTRONEUMÁTICOS Y  
ELECTROHIDRÁULICOS, EN JUEGOS ELECTROMECAÑICOS, IRTRA XETULUL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JOSÉ ESTUARDO SUMPALAJ LÓPEZ**

ASESORADO POR EL ING. JORGE MARIO RODAS LOZANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

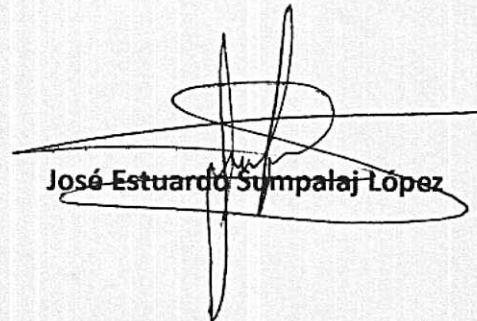
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SISTEMAS ELECTRONEUMÁTICOS Y ELECTROHIDRÁULICOS, EN JUEGOS ELECTROMECAÑICOS, IRTRA XETULUL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 24 de octubre de 2006.



**José Estuardo Sumpalaj López**



Guatemala, 06 de marzo 2014

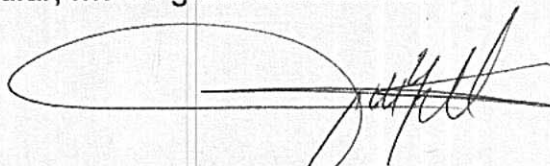
Ingeniero  
Edwin Estuardo Sarceño Zepeda  
Asesor-Supervisor de EPS  
Area Ingeniería Mecánica  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Estimado Ingeniero Sarceño

Por este medio atentamente le informo que como Asesor del estudiante:  
**Jose Estuardo Sumpalaj Lopez, Carné No. 1999-10723**, procedí a revisar el Trabajo de Graduación. Cuyo título es: **PROGRAMA DE CONSERVACION DE SISTEMAS ELECTRONEUMÁTICOS Y ELECTROHIDRÁULICOS EN JUEGOS ELECTROMECHANICOS, IRTRA XETULUL.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.



**Ing. Jorge Mario Rodas Lozano**  
**Colegiado 7499**  
**ASESOR**

*Jorge Mario Rodas Lozano*  
INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL  
COLEGIADO 7499





Guatemala, 27 de marzo de 2014  
REF.EPS.DOC.434.03.14.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

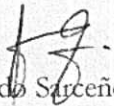
Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Estuardo Sumpalaj López** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 199910723, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SISTEMAS ELECTRONEUMÁTICOS Y ELECTROHIDRÁULICOS EN JUEGOS ELECTROMECAÑICOS, IRTRA XETULUL.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

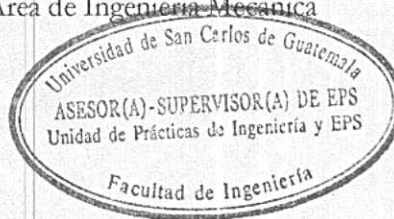
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda  
Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo  
EESZ/ra







Guatemala, 27 de marzo de 2014  
REF.EPS.D.172.03.14

Ing. Julio César Campos Paiz  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SISTEMAS ELECTRONEUMÁTICOS Y ELECTROHIDRÁULICOS EN JUEGOS ELECTROMECAÑICOS, IRTRA XETULUL**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Estuardo Sumpalaj López** quien fue debidamente asesorado por el Ing. Jorge Mario Rodas Lozano y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y del Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.El.Mecánica 76.2014  
Guatemala 1 de abril de 2014

Ingeniero  
Silvio José Rodríguez Serrano  
Director  
Unidad de EPS  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Rodríguez:

Por este medio le informo que el tema del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) PROGRAMA DE CONSERVACION DE SISTEMAS ELECTRONEUMATICOS Y ELETROHIDRAULICOS, EN JUEGOS ELECTROMECHANICOS, IRTRA XETULUL presentado por el estudiante **José Estuardo Sumpalaj López**, previo a optar al título de ingeniero Mecánico, ha sido autorizado por esta Dirección.

Sin otro particular.

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Ing. Julio César Campos Paiz  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica

MA Ing. Julio César Campos Paiz  
DIRECTOR  
Esc. Ingeniería Mecánica

c.c: Archivo

JC/mjm





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SISTEMAS ELECTRONEUMÁTICOS Y ELECTROHIDRÁULICOS, EN JUEGOS ELECTROMECAÑICOS, IRTRA XETULUL**, presentado por el estudiante universitario: **José Estuardo Sumpalaj López** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Récinos  
Decano

Guatemala, septiembre de 2014

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por acompañarme en mi vida y darme sabiduría ayer, hoy y siempre.
<b>Mis padres</b>	José León Sumpalaj Albino y Lidia Odilia López de Sumpalaj. Por su amor y apoyo incondicional.
<b>Mi esposa</b>	Guadalupe del Rosario Salguero de Sumpalaj. Por ser una importante influencia en mi vida.
<b>Mi hijo</b>	José Juan Sumpalaj Salguero. Por ser la inspiración de mi vida.
<b>Mis hermanos</b>	Refugio Elida, Lilian Encarnación, Rudy Ottoniel, Brenda María, Martín Edilberto, Pablo Enrique, Walter Oswaldo, Darwin Alexis y Lidia Odilia Sumpalaj. Para quienes quiero ser un ejemplo de hermano.
<b>Mis sobrinos</b>	José Javier Sumpalaj, María Fernanda Sumpalaj, Antony Emmanuel Sumpalaj y Lilian Encarnación Tunchez Sumpalaj.



**Tíos**

Gracias por sus buenos deseos e interés por mi persona en el desarrollo profesional.

**Primos**

A todos mis más sinceros agradecimientos, por su apoyo y aliento para salir adelante.

**Amigos**

Que de una forma u otra estuvieron involucrados en apoyarme en la culminación de mi carrera

.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>IRTRA</b>	Por permitirme desarrollar este trabajo de graduación en tan prestigiosa empresa.
<b>Ing. Jorge Mario Rodas Lozano</b>	Por su amistad, colaboración en la asesoría, revisión, apoyo profesional y esfuerzo para realizar el presente trabajo, además por abrirme las puertas del Parque de Diversiones IRTRA- Xetulul, para poder así culminar esta etapa en mi desarrollo profesional.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por haberme albergado todos estos años en tan prestigiosa casa de estudios.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por haber participado durante toda mi formación académica.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN.....	1
1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.2. Misión de la empresa .....	1
1.3. Visión de la empresa .....	2
1.4. Organigrama de mantenimiento .....	3
1.5. Funciones del Departamento de Operaciones y Mantenimiento .....	4
1.5.1. Departamento de Mantenimiento Mecánico .....	4
1.5.2. Departamento de Mantenimiento Eléctrico .....	4
1.5.3. Departamento de Mantenimiento de Obra Civil .....	5
1.5.4. Departamento de Operaciones de Juegos Electromecánicos .....	5
2. CONSERVACIÓN DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS.....	7
2.1. Conservación del sistema.....	7
2.2. División de conservación .....	7
2.3. Preservación.....	8
2.3.1. Preservación periódica .....	8

2.3.2.	Preservación progresiva.....	8
2.3.3.	Preservación total.....	9
2.4.	Mantenimiento.....	9
2.4.1.	Mantenimiento correctivo .....	10
2.4.2.	Mantenimiento preventivo .....	10
2.5.	Lubricación en la conservación industrial.....	13
2.5.1.	Generalidades .....	13
2.5.2.	Teoría de funcionamiento.....	14
2.5.3.	Tipos de fricción .....	14
2.5.3.1.	Fricción deslizante.....	14
2.5.3.2.	Fricción giratoria o rodante.....	15
2.5.3.3.	Fricción fluida .....	15
2.5.4.	Viscosidad.....	15
2.5.4.1.	Viscosidad cinemática.....	16
2.5.4.2.	Viscosidad dinámica.....	16
3.	ELEMENTOS Y FUNDAMENTOS PARA SISTEMAS NEUMÁTICOS ...	17
3.1.	Principios y elementos básicos para sistemas electroneumático.....	17
3.1.1.	Principios fundamentales para utilizar un sistema electroneumático .....	17
3.1.2.	Propiedades del aire comprimido .....	18
3.1.3.	Generación y abastecimiento de aire .....	19
3.1.4.	Unidad de mantenimiento.....	23
3.1.5.	Tuberías neumáticas.....	24
3.1.6.	Adaptadores o racores neumáticos.....	25
3.2.	Principios y elementos básicos para sistemas electrohidráulicos .....	26
3.2.1.	Principios fundamentales .....	26



3.2.2.	Aceites hidráulicos.....	27
3.2.3.	Motores eléctricos.....	28
3.2.4.	Bombas hidráulicas .....	29
3.2.5.	Enfriadores .....	31
3.2.6.	Filtros hidráulicos.....	31
3.2.7.	Tuberías hidráulicas .....	33
3.3.	Elementos eléctricos fundamentales para sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos.....	34
3.3.1.	Principios eléctricos básicos.....	34
3.3.1.1.	Elementos básicos del circuito eléctrico .....	34
3.3.1.2.	Dispositivos eléctricos .....	38
3.3.1.3.	Cableado eléctrico.....	40
3.3.1.4.	Conexión a tierra .....	41
3.3.2.	Tipos de accionamiento eléctrico.....	42
3.4.	Unidad de mando y control.....	43
3.4.1.	Electroválvulas.....	43
3.5.	Unidad de trabajo .....	46
3.5.1.	Cilindros o actuadores .....	46
3.6.	Tipos de sensores .....	48
3.6.1.	Sensores de proximidad .....	48
3.6.1.1.	Sensores de proximidad activados magnéticamente .....	49
3.6.1.2.	Sensores de proximidad inductivos .....	50
3.6.1.3.	Sensores de proximidad capacitivos ...	51
3.6.1.4.	Sensores de proximidad ópticos.....	52

4.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	55
4.1.	Análisis del mantenimiento en sistemas electroneumático y electrohidráulico .....	55
4.1.1.	Rutinas de mantenimiento.....	55
4.1.2.	Procedimientos basados en manual de juegos .....	55
4.1.3.	Registro de información .....	56
4.1.3.1.	Bitácoras o fichas bibliográficas .....	56
4.1.3.2.	Fichas técnicas.....	57
4.2.	Capacidad del proceso.....	57
4.2.1.	Eficiencia del mantenimiento en sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos.....	57
4.2.2.	Disponibilidad de los juegos .....	58
4.2.3.	Dependencia de la disponibilidad de los juegos en función de los sistemas electroneumáticos .....	58
4.2.4.	Dependencia de la disponibilidad de los juegos en función de los sistemas electrohidráulicos .....	59
4.3.	Evaluación de costos en el proceso .....	59
4.3.1.	Costo anual de mantenimiento en sistemas electroneumático .....	60
4.3.2.	Costo de mantenimiento anual en sistema electrohidráulico .....	61
4.4.	Análisis de fallas y de consecuencias perjudiciales debido al procedimiento actual del mantenimiento en los sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos en el área de juegos electromecánicos .....	62
4.4.1.	Paros no programados en juegos .....	62
4.4.2.	Rotación alta en piezas de recambio .....	63
4.4.3.	Corrosión en los sistemas .....	64
4.4.4.	Modificaciones a sistemas originales .....	64



4.4.5.	Daño permanente en elementos o componentes ...	64
5.	SITUACIÓN PROPUESTA.....	67
5.1.	Evaluación de alternativas.....	67
5.1.1.	Estudio para realizar un programa de conservación para un mantenimiento preventivo...	67
5.1.2.	Estudio para realizar un programa de conservación para un mantenimiento predictivo.....	69
5.1.3.	Selección de la mejor alternativa .....	70
5.2.	Metodología para el programa de conservación.....	70
5.2.1.	Guías para realizar programa de conservación.....	70
5.2.2.	Evaluación del desempeño del plan de conservación.....	71
5.2.3.	Procedimiento para la realización de inspecciones.....	71
5.2.4.	Visitas .....	73
5.3.	Mejoramiento de la seguridad en las condiciones laborales del proceso.....	74
5.3.1.	Condiciones seguras .....	74
5.3.2.	Actos seguros.....	75
5.3.3.	Seguridad en los sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos.....	75
6.	IMPLEMENTACIÓN.....	77
6.1.	Programa de conservación para sistemas electroneumático y electrohidráulico.....	77
6.2.	Documentación.....	77
6.3.	Causas de sus fallas y su eliminación .....	78
6.4.	Diagnóstico.....	80

6.5.	Cómo evitar fallas en el sistema .....	80
6.6.	Tipos de mantenimiento para componentes de sistemas electroneumático y electrohidráulicos .....	81
6.6.1.	Mantenimiento preventivo compresor .....	81
6.6.2.	Mantenimiento predictivo de bomba hidráulica .....	83
6.6.3.	Mantenimiento predictivo de lubricantes .....	84
6.6.4.	Mantenimiento preventivo de electroválvulas.....	84
6.6.5.	Mantenimiento preventivo de cilindros .....	85
6.6.6.	Mantenimiento preventivo de bobinas y sensores...	86
CONCLUSIONES.....		89
RECOMENDACIONES .....		91
BIBLIOGRAFÍA.....		93
ANEXOS.....		95

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	3
2.	Compresor de émbolo oscilante.....	21
3.	Acumulador de aire .....	22
4.	Adaptadores o racores neumáticos.....	25
5.	Partes del motor eléctrico.....	29
6.	Bomba de pistón y sus partes .....	30
7.	Enfriador de aceite .....	31
8.	Filtro hidráulico .....	33
9.	Ley de cargas eléctricas.....	36
10.	Diagrama de una electroválvula .....	45
11.	Solenoides para válvula .....	45
12.	Cilindro de simple efecto .....	47
13.	Cilindro de doble efecto.....	48
14.	Simbología de sensores de proximidad magnéticos (1), inductivos (2) y capacitivos (3) .....	49
15.	Sensor de proximidad magnético .....	50
16.	Sensor de proximidad inductivo .....	51
17.	Sensor de proximidad capacitivo .....	52
18.	Sensor de proximidad óptico .....	53



## TABLAS

I.	Etapas de los compresores .....	22
----	---------------------------------	----

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios.
cm <sup>2</sup> /s	Centímetro cuadrado por segundo, unidad de medida de la viscosidad cinemática.
PLC	Controlador lógico programable.
CA	Corriente alterna.
CC	Corriente continua.
°C	Grados celcius, medida de temperatura del Sistema Internacional de medida.
HP	<i>Horse Power</i> , unidad de medida de potencia.
KPa	Kilo pascales, unidad de medida de presión en el Sistema Internacional de medidas.
lb/plg <sup>2</sup>	Libras por pulgada cuadrada, medidas de presión del Sistema Internacional de medidas.
PH	Medida de la acidez o basicidad (alcalinidad) de una solución.
NPT	<i>National Pipe Thread</i> , tipo de rosca utilizada en las máquinas.
N.s/m <sup>2</sup>	<i>Newton</i> segundo por metro cuadrado, unidad de medida de la viscosidad dinámica.
NA	Normalmente abierto.
NC	Normalmente cerrado.
Ω	Omega.

<b>Pa.s</b>	Pascal por segundo, unidad de medida de la viscosidad.
<b>CFM</b>	Pies cúbicos por minuto, caudal de líquidos o gases.
<b>W</b>	Potencia.
<b>R</b>	Resistencia.
<b>RC</b>	Retardador de fase.
<b>SI</b>	Unidades del Sistema Internacional.
<b>Bar</b>	Unidad de presión equivalente a un millón de barias.
<b>V</b>	Voltios.
<b>G</b>	<i>Withworth</i> , tipo de rosca utilizada en las máquinas.



## GLOSARIO

<b>Aceite hidráulico</b>	Líquido transmisor de potencia que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo.
<b>Bobina</b>	Es un componente pasivo de un circuito eléctrico que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético.
<b>BSP</b>	<i>British Standard Pipe</i> , tipo de rosca utilizada en las máquinas.
<b>Cilindro</b>	Dispositivo mecánico que produce una fuerza, que muchas veces va continuada de un movimiento.
<b>Compresor</b>	Es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles.
<b>Conservación</b>	Es toda acción humana, mediante la cual se aplica conocimiento científicos y técnicos que contribuyen al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes para mantener o cuidarlo para su permanencia de una máquina.

<b>Corriente alterna</b>	Es aquella en la que la intensidad cambia de dirección periódicamente en un conductor.
<b>Corriente continua</b>	Es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial.
<b>Émbolo</b>	Pieza cilíndrica de un cilindro o una bomba que se mueve de forma alternativa y rectilínea, impulsando un fluido.
<b>EMI</b>	<i>Electro Magnetic Interference</i> , perturbación de señales en cables.
<b>FEM</b>	Fuerza electromotriz, fuerza que origina la circulación de la corriente.
<b>Ficha técnica</b>	Es un documento en forma de sumario que contiene la descripción de las características de un objeto, material, proceso o programa de manera detallada.
<b>Fricción</b>	Fuerza entre dos superficies en contacto.
<b>Fuerza</b>	Es todo agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de los materiales.
<b>Hidráulica</b>	Se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los líquidos.

<b>Inspección</b>	Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista.
<b>Lap-bar</b>	Barras de seguridad de las personas, en los juegos electromecánicos.
<b>Ley de Boyle Mariotte</b>	La presión ejercida por una fuerza física es inversamente proporcional al volumen de una masa gaseosa, siempre y cuando su temperatura se mantenga constante.
<b>Lubricación</b>	Es la acción para reducir el rozamiento y sus efectos en superficies conexas con movimientos.
<b>Mantenimiento</b>	Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que pueda seguir funcionando adecuadamente.
<b>Neumática</b>	Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.
<b>Presión</b>	Magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un cuerpo en dirección perpendicular por unidad de superficie.
<b>Pulsador</b>	Es un dispositivo utilizado para cumplir una función.
<b>SAE</b>	<i>Society of Automotive Engineering.</i> (Sociedad de Ingeniería del Automóvil).



<b>Sellos mecánicos</b>	Son dispositivos, los cuales tratan de impedir la salida (o tal vez entrada) de fluido de la máquina o recipiente.
<b>Sensores</b>	Dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.
<b>Stock</b>	Conjunto de bienes almacenados en un punto.
<b>Tensión eléctrica</b>	El trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones determinadas.
<b>Válvula</b>	Dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.
<b>Viscosidad</b>	La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales.

## RESUMEN

Los sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos en el parque de diversiones, son parte importante en cada uno de los juegos electromecánicos, debido a que los sistemas ejecutan sus mecanismos para su operación y para la seguridad de las personas que lo utilizan, a estos deben aplicarse un programa de conservación y mantenimiento, para un funcionamiento adecuado del juego y brindar una total seguridad al público.

Los sistemas en los juegos son utilizados para automatizar sus procesos y ser más eficientes, cuya función es ayudar a mejorar su calidad y seguridad. Estos sistemas pueden ser configurados en diferentes tipos de fuentes de energía para levantar, bajar, jalar, empujar, girar, rotar y mover las máquinas que transportan cargas enormes. Están conformados por tres partes importantes, como lo son la unidad de generación, la unidad de mando y control y la unidad de trabajo, además de la fuente de alimentación eléctrica.

La conservación y el mantenimiento en los juegos electromecánicos son un conjunto de trabajos o tareas que se realizan para el bienestar de los juegos, en la conservación se aplica los conocimientos técnicos para aprovechar los recursos existentes y en el mantenimiento son todas aquellas operaciones y cuidados necesarios para que el juego pueda funcionar adecuadamente en condiciones seguras.

Actualmente el parque tiene personal técnico en el área con diversos conocimientos en mantenimiento, sin embargo un programa de conservación en esta puede complementar sus conocimientos y sobre todo generar una cultura de mantenimiento aumentando una mejora continua y la especialización del tema.

# OBJETIVOS

## General

Elaborar un programa de conservación para sistemas electroneumáticos y sistemas electrohidráulicos, en el parque de diversiones Xetulul ubicado en Guatemala.

## Específicos

1. Describir la importancia de la conservación de los sistemas, debido a que los servicios que se prestan son riesgo permanente.
2. Implementar un plan de conservación dentro de los recursos que se tengan, con el fin de mantener la confiabilidad del servicio prestado.
3. Realizar las modificaciones pertinentes basadas en los conocimientos técnicos.
4. Capacitar al personal de acuerdo a los parámetros del programa, con el fin de que este pueda preservar el recurso y se mantenga dentro de los parámetros establecidos.





## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversidad de métodos de mantenimiento y además, las exigencias que se necesitan para poder lograr en los equipos y sistemas una eficiencia muy elevada. Por ello es necesario reestructurar e implementar un plan de conservación y mantenimiento, y así poder ofrecer a los visitantes una diversión segura y confiable, por tal motivo en este trabajo de graduación se pretende diseñar un programa para la conservación de sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos para un parque de diversiones.

Esto se debe a que en la actualidad las industrias están modificando sus sistemas de producción mecánicos por un sistema automatizado, también se debe de implementar un método o un plan que ayude a conservarlos, como se sabe todos los mecanismos y sistemas, su vida útil depende de su mantenimiento y el cuidado necesario para la conservación del mismo.

Los sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos en el parque de diversiones, son parte importante en cada una de las máquinas de los juegos electromecánicos, debido a que los sistemas ejecutan mecanismos para su operación y para la seguridad de los visitantes, estos deben prepararse y conservarse para un funcionamiento adecuado a su público visitante.

Para la realización se investigarán las herramientas técnicas necesarias relacionadas con la conservación, lubricación, características y especificaciones relacionadas con el equipo, elaborando un estudio minucioso de campo para realizar un diagnóstico analítico y técnico de los sistemas, con el fin de encontrar lineamientos para la aplicación del programa.



# **1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN**

## **1.1. Descripción de la empresa**

El Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala (IRTRA) es una institución organizada, operada y sostenida totalmente por los empresarios privados de Guatemala, para brindar recreación a sus trabajadores y familiares en instalaciones adecuadas. La finalidad principal es organizar el descanso y la recreación de los trabajadores del sector privado del país y sus familias.

## **1.2. Misión de la empresa**

“Brindar un servicio de excelencia a la comunidad, especialmente a los trabajadores de la empresa privada y sus familias, así como contribuir con el turismo local y extranjero que así lo requiera, siendo fieles a nuestras bases de proyectar sana diversión y espaciamento a las personas.

Para ello proporcionamos recreación, diversión y hospedaje en lugares que ofrecen comodidad, seguridad, eficiencia, limpieza y “magia” en condiciones adecuadas.

Brindamos al trabajador y al visitante las mejores instalaciones, a los mejores niveles de servicio y adquisitivos, para que estas actividades contribuyan con los patrocinadores del IRTRA a su sostenimiento.



Nuestra misión incluye crear parques recreativos y vacacionales que se diseñen con los métodos más avanzados y que sean operados por el personal más competente, amable y con alto espíritu de servicio, así como cooperar con la educación en materia de comportamiento social, lo que permite que nuestros huéspedes o visitantes obtengan esparcimiento y solaz de óptima calidad.

Como institución amante de nuestro país y sus riquezas nos preocupamos por nuestros entornos, contribuyendo a preservar la ecología de los lugares donde desarrollamos nuestra misión”.

### **1.3. Visión de la empresa**

“En IRTRA nos vemos a futuro como una entidad rectora, a nivel nacional e internacional, en materia de recreación para el sector trabajador.

Nuestra Visión es la de crear parques y jardines de atracciones y diversiones con la mejor tecnología disponible, la cual genere las mejores instalaciones para servicio y disfrute de nuestros usuarios.

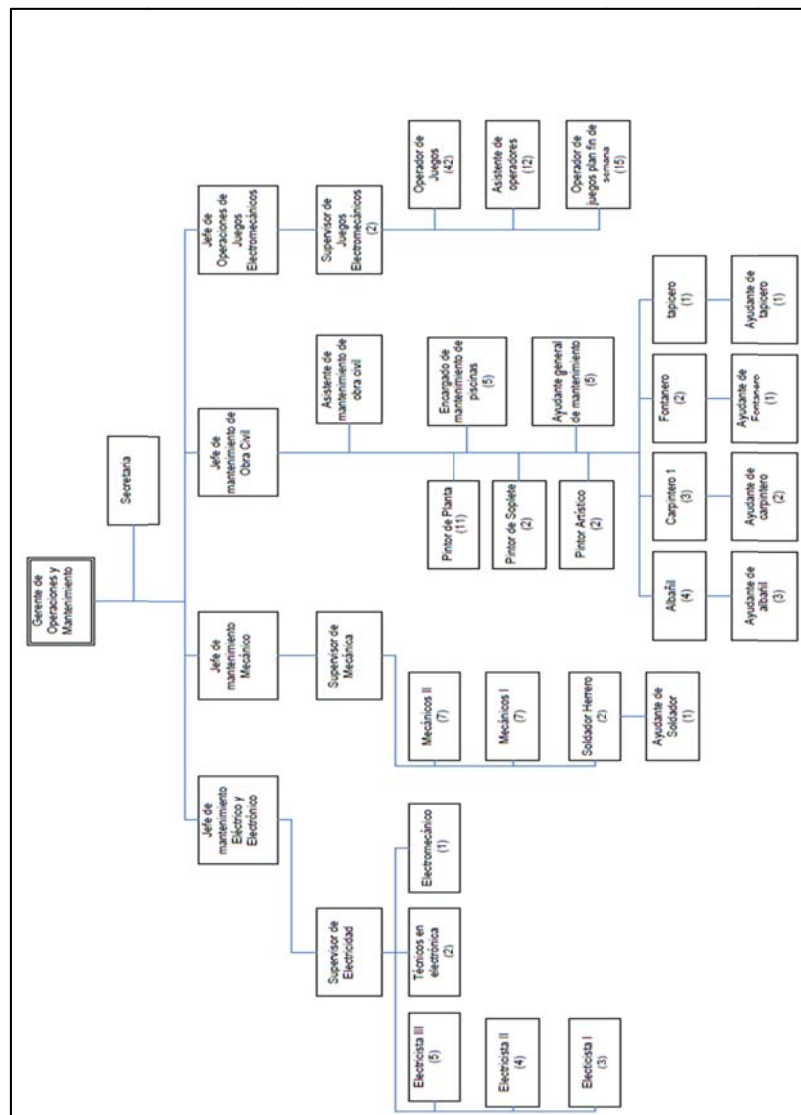
Nuestro servicio hacia la comunidad se materializa en las grandes obras que proyectamos y realizamos.

Visualizamos a nuestros colaboradores como los protagonistas en cada centro, en cada parque, en cada jardín. Ellos recibirán continuamente una formación esmerada para desarrollar sólidos valores de servicio, para el perfeccionamiento de su vida profesional y de su calidad de vida integral”.

## 1.4. Organigrama de mantenimiento

A continuación se presenta el organigrama de mantenimiento de la empresa:

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: IRTRA.

## **1.5. Funciones del Departamento de Operaciones y Mantenimiento**

Tiene como objetivo, la conservación de las instalaciones y juegos electromecánicos

### **1.5.1. Departamento de Mantenimiento Mecánico**

Es el encargado de realizar las inspecciones y reparaciones para la conservación de los mecanismos de los automóviles y los juegos electromecánicos. Los trabajos de mantenimiento pueden clasificarse como diario, semanal, mensual, semestral y anual. Esto debe aplicarse a todos los componentes accionados mecánicamente como lo son los compresores, depósitos (aire y aceite), válvulas, cilindros y mangueras en los sistemas.

### **1.5.2. Departamento de Mantenimiento Eléctrico**

Es el encargado de realizar las inspecciones y mantenimientos pertinentes, para la conservación en todo lo concierne al suministro de energía, en las instalaciones del parque y los juegos electromecánicos. Los trabajos de mantenimiento pueden clasificarse como diario, semanal, mensual, semestral y anual, esto debe aplicarse a todo los componentes relacionados con la electricidad como lo son los transformadores, los paneles eléctricos, cableado, paneles de operación, motores eléctricos, bombas de agua, sensores, programa del juego e iluminación del juego y parque.

### **1.5.3. Departamento de Mantenimiento de Obra Civil**

Es el encargado de tener en condiciones ideales los edificios, las calles, las estructuras de los juegos y todo lo relacionado con la infraestructura del parque. Este departamento cuenta con los talleres de carpintería, tapicería, pintura, fibra de vidrio, albañilería, mantenimiento y limpieza, fontanería y herrería.

### **1.5.4. Departamento de Operaciones de Juegos Electromecánicos**

Es el encargado de mantener y conservar la limpieza de los vehículos, estructura y áreas aledañas de los juegos, además de verificar el funcionamiento correcto de cada uno de los juegos electromecánicos y de arcada (entiéndase operación de las máquinas), además son los encargados de atender a las personas que desean utilizar los diferentes juegos electromecánicos y de arcada durante la apertura del parque.





## **2. CONSERVACIÓN DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS**

### **2.1. Conservación del sistema**

Es toda acción humana, mediante la cual se aplican los conocimientos científicos y técnicos, que contribuyen al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes en el hábitat humano, y propicio con ello el desarrollo integral del hombre y de la sociedad.

### **2.2. División de conservación**

La conservación se divide en dos grandes ramas: una de ellas es la preservación, la cual atiende las necesidades de los recursos físicos y la otra es el mantenimiento, que se encarga de cuidar el servicio que proporcionan estos recursos.

Es importante notar la diferencia que existe entre estas dos ramas de la conservación, ya que ambas se aplican a cualquier clase de los recursos existentes en la naturaleza. Así como una máquina puede estar sujeta a trabajos de limpieza y lubricación, reparación, pintura, etc., los cuales pueden ser catalogados como labores de preservación, si sirven para evitar que la máquina sea atacada por agentes nocivos; sin embargo serán calificados como de mantenimiento, si son hechos para que esta proporcione o continúe proporcionando un servicio de calidad estipulada.

## **2.3. Preservación**

Preservación es la acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes. Existen dos tipos de preservación; la preventiva y la correctiva; la diferencia está, en si el trabajo se hace antes o después de que haya ocurrido un daño en el recurso.

En otras palabras: preservación preventiva son los trabajos desarrollados en un recurso, a fin de evitar su degeneración o que sea atacado por agentes nocivos; preservación correctiva, son los trabajos de rehabilitación que han de desarrollar a un recurso cuando este se ha degenerado o ha sido atacado por agentes nocivos. Por esta razón la preservación se divide en periódica, progresiva y total.

### **2.3.1. Preservación periódica**

Se refiere al cuidado y protección racional del equipo en el lugar donde se está operando.

### **2.3.2. Preservación progresiva**

Se refiere al cuidado y protección racional del equipo durante y en el lugar donde está operando. La preservación periódica, a su vez, se divide en dos niveles: el primero se refiere al nivel del usuario del recurso, y el segundo al de un técnico medio.

- Primer nivel: corresponde al usuario del recurso (operadores del equipo e ingenieros a cargo del equipo), el cual tiene como primera

responsabilidad conocer a fondo el instructivo de operación y la atención cuidadosa de las labores de preservación asignadas a su cargo.

- Segundo nivel: corresponde a los trabajos asignados al técnico medio, el cual necesita un pequeño taller, con aparatos de prueba y herramientas indispensables para poder proporcionarle al equipo los “primeros auxilios” que no requieren mucho tiempo para su ejecución.

### **2.3.3. Preservación total**

Este es ejecutado generalmente por técnicos del fabricante del equipo en talleres aledaños al equipo, los cuales pueden hacer cualquier tipo de reparación, reconstrucción o modificación. Labor que dependiendo del equipo, del tiempo transcurrido en el funcionamiento y que, a pesar de practicarse los trabajos adecuados en los otros niveles de preservación, es necesario sustituir la mayor cantidad de sus partes, haciéndole una rehabilitación total.

## **2.4. Mantenimiento**

Es la segunda rama de la conservación y se refiere a los trabajos que son necesarios hacer con el objetivo de proporcionar un servicio de calidad.

Es importante notar que, basados en el servicio y su calidad deseada, se debe escoger los equipos que aseguren obtener este servicio; el equipo queda en segundo término, pues si no proporciona lo que se pretende, se debe cambiar por el adecuado. Por ello, hay que recordar que el equipo es un medio y el servicio es el fin que se desea conseguir para los visitantes.

El mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos máquinas, etc., para que estos continúen o regresen a proporcionar el servicio con la calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con ese fin.

#### **2.4.1. Mantenimiento correctivo**

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada. Este tipo de mantenimiento se divide a su vez en dos ramas: correctivo contingente y correctivo programable.

- Correctivo contingente: se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y se tiene que actuar de forma emergente/inmediata y, en el mejor de los casos con un plan contingente, bajo normas de seguridad industrial.
- Correctivo programable: el mantenimiento correctivo programable se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos o máquinas que están proporcionando un servicio trivial, no es indispensable que de un buen servicio de calidad, por lo que es mejor programar su atención, por cuestiones económicas.

#### **2.4.2. Mantenimiento preventivo**

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa mediante una rutina de inspecciones periódicas, y el objetivo que



persigue es el de garantizar que la calidad de servicio que estos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos.

Este tipo de mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo a cabo, pero un análisis de estos proporcionan cinco tipos bien definidos, los cuales siguen un orden de acuerdo con su grado de fiabilidad, la cual se relaciona en razón directa con su costo: predictivo, periódico, analítico, progresivo y técnico.

- Mantenimiento predictivo: se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad del servicio que esté entregando una máquina. Por esta razón se tiene la oportunidad de hacer con tiempo, cualquier clase de mantenimiento preventivo y atendiéndolo adecuadamente, nunca se pierde la calidad del servicio esperado. Los diagnósticos pueden realizarse por medio de herramientas tales como transductores/análisis de vibraciones (captadores y sensores), los cuales tienen la capacidad de cambiar cualquier tipo de energía (lumínica, sonora, ultrasónica, vibratoria, etc.) en señales de energía eléctrica, las cuales son enviadas a una unidad electrónica procesadora que analiza e informa del buen o mal estado de funcionamiento de la maquinaria en cuestión.
- También se puede hacer mención de la cámara termográfica que detectan las altas temperaturas en los equipos, por medio de los cuales se puede saber el estado del equipo. Los ensayos no destructivos a pernos, ejes y soldaduras, ayudan a verificar posibles fisuras en los metales. Llevar una estadística de temperatura y decibeles, para garantizar que se está dentro de los rangos establecidos como límites. En esta forma si se registra un mal funcionamiento en el recurso sujeto a

mantenimiento predictivo, se hace un diagnóstico de fiabilidad y predice la fiabilidad de una falla catastrófica, es decir, que el servicio se salga de la calidad esperada.

- Mantenimiento periódico: es el procedimiento de mantenimiento preventivo de atención periódica, rutinaria/ diaria, con el fin anticiparse a las emergencias o caer en un mantenimiento correctivo, antes de iniciar las operaciones o ponerla a disposición de los visitantes, pero para evitarlo se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación. Para garantizar un servicio de calidad y seguro.
- Mantenimiento analítico: se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por captores y sensores, dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importantes de la empresa, de tal manera que por medio de un programa de visitas, pueden ser inspeccionados con la frecuencia necesaria para anotar los datos y las lecturas resultantes, las cuales son revisadas por un analista, combinándolas con la información que para el efecto, tiene en el banco de datos relativos al recurso, tal como el tiempo en que ha estado trabajando sin que produzca falla, la carga de trabajo a que ha estado sujeto, las condiciones de ambiente en donde está instalado y tipos de falla que ha sufrido.
- Mantenimiento progresivo: consiste en atender al recurso por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de este. En este tipo de mantenimiento, aunque es menos costoso que todos, también es el que menor fiabilidad proporciona.

- **Mantenimiento técnico:** es una combinación de los criterios establecidos para el mantenimiento periódico y progresivo; es decir, mientras en el mantenimiento periódico se tiene necesidad de contar con que el recurso tenga un tiempo ocioso suficiente para repararlo, o en su defecto, tener un recurso de reserva; y en el mantenimiento progresivo se está prácticamente a la expectativa de tiempos ociosos cortos, que coincidan aproximadamente con las fechas programadas, en el mantenimiento técnico se atiende el recurso por partes progresando en él cada fecha programada, la cual está calculada por un analista, auxiliándose de la información necesaria para conocer el grado de fiabilidad del equipo y poder deducir el “tiempo a fallar” de cada etapa, con lo cual su programación o rutina de atención obligaría a atender al recurso un poco antes del tiempo mencionado.

## **2.5. Lubricación en la conservación industrial**

La libración en la conservación industrial, se utiliza para disminuir la fricción y el desgaste de las máquinas. Así como la eliminación de calor, reducir la corrosión y arrastrar algunas impurezas originadas por el trabajo de cada equipo.

### **2.5.1. Generalidades**

De los recursos existentes en cualquier empresa, los que más están expuestos al deterioro por motivo de su funcionamiento, son todos aquellos equipos que tienen movimiento, ya que para que este exista se necesita una fuerza, la cual tiene que vencer la resistencia presentada por el punto de apoyo (llamada fricción); desde este punto se desplazará la pieza en movimiento. Un lubricante cuando se aplica entre dos piezas sólidas en movimiento tiene la

propiedad de reducir la fricción, el calor y el desgaste, por eso es necesario lubricar superficies en movimiento relativo, para minimizar la fricción.

## **2.5.2. Teoría de funcionamiento**

La fricción es la resistencia al movimiento, cuando dos superficies sólidas se deslizan o ruedan una sobre otra. La fricción genera calor, provoca el desgaste y consume energía.

Entre las superficies siempre existirá un juego originado por pequeñas imperfecciones de ambas piezas, estas imperfecciones aunque algunas no son permisibles a la vista, son las que ocasionan la fricción de mayor importancia. Al agregarse aceite o grasa, este penetra entre las dos superficies, formando una película entre ellas que no las deja unirse, lo que disminuye considerablemente la fricción y les permite deslizarse; con el movimiento relativo de las superficies, la capa de aceite se va removiendo hasta dejar estas nuevamente en contacto, y justo en este momento empieza su destrucción acelerada, por lo que se hace necesario reponer el aceite con la frecuencia debida.

## **2.5.3. Tipos de fricción**

La fricción se produce cuando existe rozamiento entre dos superficies de contacto. A continuación se describen los diferentes tipos de fricción.

### **2.5.3.1. Fricción deslizante**

La fricción deslizante es ocasionada cuando dos superficies en contacto se deslizan una contra otra. Este tipo de fricción es la que ofrece mayor resistencia al movimiento.

### **2.5.3.2. Fricción giratoria o rodante**

Se obtiene cuando se pone cualquier tipo de elementos giratorios entre las partes móviles; este es el tipo de principio en el que se apoyan los giratorios con los soportes, por ejemplo los cojinetes, bushin, chumaceras, o cualquier parte que ponga de manifiesto un movimiento giratorio o rodante.

### **2.5.3.3. Fricción fluida**

Se logra colocando lubricante constantemente en recipientes especiales que alimentan a determinados mecanismos o sistemas, los cuales requieren una lubricación constante y es difícil realizar la lubricación, para evitar el roce directo y desgaste de las diferentes piezas que componen el mecanismo o sistema son necesarios instalarlos. Como por ejemplo se puede decir que se puede instalar en chumaceras elevadas, unidades de mantenimiento de sistemas neumáticos, engranajes grandes abiertos u algunos otros.

### **2.5.4. Viscosidad**

Es una magnitud física que mide la resistencia de un líquido al fluir. Esta resistencia es provocada por las fuerzas de atracción entre las moléculas del líquido.

El esfuerzo necesario para hacer fluir el líquido estará en función de esta resistencia. Esta se ve afectada por las condiciones ambientales tales como la temperatura, la presión y la presencia de aditivos modificadores de la misma que varían la composición de y su estructura interna.

#### **2.5.4.1. Viscosidad cinemática**

Es la resistencia a circular de un fluido bajo la acción de la gravedad. Representa la característica propia del líquido desechando las fuerzas que genera su movimiento, obteniéndose a través del cociente entre la viscosidad absoluta y la densidad del producto en cuestión. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el stoke o centistoke ( $\text{cm}^2/\text{seg}$ ).

#### **2.5.4.2. Viscosidad dinámica**

Es la fuerza tangencial por unidad de área, de los planos paralelos por una unidad de distancia, cuando el espacio que los separa está lleno con un fluido y uno de los planos se traslada con velocidad unidad en su propio plano con respecto al otro también denominado viscosidad dinámica; coeficiente de viscosidad. La unidad de viscosidad dinámica en el sistema internacional (SI) es el pascal segundo (Pas) o también newton segundo por metro cuadrado ( $\text{Ns}/\text{m}^2$ ).



### **3. ELEMENTOS Y FUNDAMENTOS PARA SISTEMAS NEUMÁTICOS**

#### **3.1. Principios y elementos básicos para sistemas electroneumático**

En los principios y elementos básicos para los sistemas electoneumáticos, se debe iniciar por conocer la cadena de mando, la cual cumple la función del procesamiento y transmisión de señales, para lo cual se deben realizar las siguientes tareas.

- Tener la especificación de la corriente nominal y la tensión nominal
- Identificar los componentes en el momento de realizar un mantenimiento.
- Tener los elementos en el esquema conexionado.

##### **3.1.1. Principios fundamentales para utilizar un sistema electroneumático**

Los principios fundamentales del porque utilizar aire comprimido son:

- Abundante: está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- Transporte: el aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
- Almacenable: no es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de estos.

- Temperatura: el aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- Antideflagrante: no existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
- Limpio: el aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento, esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.
- Constitución de los elementos: la concepción de los elementos de trabajo es simple, por lo tanto, precio económico.
- Velocidad: es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones.)
- A prueba de sobrecargas: las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden soportar su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas.
- Valor numérico en moneda del país: el aire no tiene ningún valor numérico en quetzales, además de no contar con ningún valor, se encuentra en todas partes del mundo.

### **3.1.2. Propiedades del aire comprimido**

El aire, al igual que todos los gases, no tiene una forma definida. Su forma cambia a la más mínima fuerza y, además, ocupa el volumen máximo disponible donde se almacena. El aire puede ser comprimido.

Esta característica es descrita por la ley de Boyle Mariotte. A temperatura constante los volúmenes de una misma masa gaseosa, son inversamente proporcionales a las presiones a que se halla sometida. El producto de volumen y presión absoluta es constante para una determinada masa de gas.

### **3.1.3. Generación y abastecimiento de aire**

Para que los sistemas electroneumáticos puedan realzar las funciones/tareas asignadas por medio de sistemas automatizados, es necesario contar con un equipo/maquinaria (compresor) que pueda alimentar y abastecer al sistema, por medio de la cantidad de aire necesario. Es necesario realizar los cálculos correspondientes, para poder elegir el tipo de compresor que tenga la capacidad de abastecer con la cantidad necesaria de aire, en la actualidad existen diferentes tipos de compresores, diferentes capacidades y calidades de aire, por lo que es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

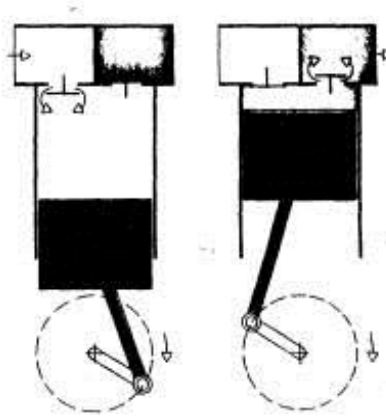
- Consumo de aire
- Presión necesaria en el sistema
- Cantidad de aire que se desea acumular
- Grado necesario de la pureza del aire
- Temperatura del aire y su incidencia en el sistema
- CFM (cantidad de aire que se necesita utilizar)

Los elementos de sistema neumáticos suelen ser concebidos para presiones de servicio de 8 hasta 10 bar (800 hasta 1 000 KPa). No obstante, es recomendable que, por razones económicas, se trabaje en la práctica con presiones entre 5 y 6 bar (500 y 600 KPa). El compresor debería suministrar una presión de 6,5 hasta 7 bar (650 hasta 700 KPa) para poder compensar cualquier fuga en el sistema de distribución.

Dentro de los diferentes tipos de compresores que pudieran cumplir con las especificaciones técnicas que se necesita en cada uno de los sistemas, se puede mencionar los compresores de émbolo oscilante (pistón y membrana), compresores de émbolo rotativo (rotativo celular, helicoidal bicelular y roots) y turbo compresores (radial y axial). Por tal motivo en este trabajo de graduación se tomará en cuenta únicamente el compresor oscilante de pistón, ya que en un porcentaje alto este tipo se encuentra instalado en los diferentes sistemas electroneumáticos de los juegos electromecánicos del parque de diversiones.

- Compresor de émbolo oscilante o de desplazamiento positivo: este es el tipo de compresor más difundido actualmente. Es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Su campo de trabajo se extiende desde unos 1 kPa a varios miles de kPa. La compresión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, donde se reduce luego el volumen.

Figura 2. **Compresor de émbolo oscilante**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

Este compresor funciona con base en un mecanismo de excéntrica que controla el movimiento alternativo de los pistones en el cilindro. Cuando el pistón hace la carrera de retroceso aumenta el volumen de la cámara, por lo que aumenta el volumen total de la cámara, entonces disminuye la presión interna, esto a su vez provoca la apertura de la válvula de admisión permitiendo la entrada de aire al cilindro. Una vez que el pistón ha llegado al punto muerto inferior inicia su carrera ascendente, cerrándose la válvula de aspiración y disminuyendo el volumen disponible para el aire, esta situación origina un aumento de presión que finalmente abre la válvula de descarga permitiendo la salida del aire comprimido ya sea a una segunda etapa o bien al acumulador

Es el compresor más difundido a nivel industrial, dada su capacidad de trabajar en cualquier rango de presión. Normalmente, se fabrican de una etapa hasta presiones de 5 bar, de dos etapas para presiones de 5 a 10 bar y para presiones mayores, 3 o más etapas.

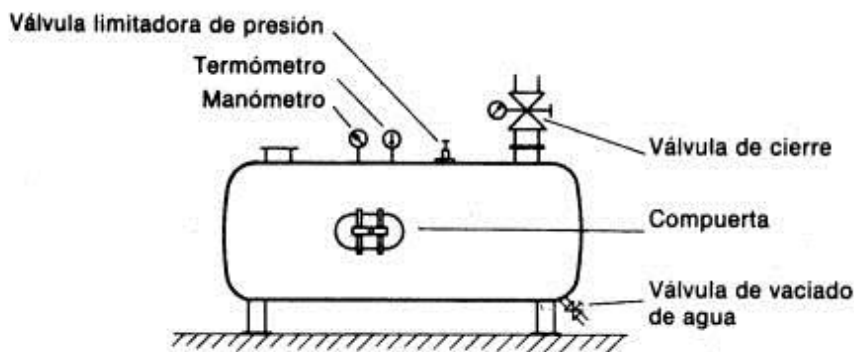
Tabla I. **Etapas de los compresores**

<b>Etapa</b>	<b>Kilo pascal (kPa)</b>
Primera etapa	1 200
Segunda etapa	3 000
Tercera etapa	22 000

Fuente: elaboración propia.

- Acumuladores de aire comprimido: el acumulador o depósito sirve para estabilizar el suministro de aire comprimido. Compensa las oscilaciones de presión en la red de tuberías a medida que se consume aire comprimido. Gracias a la gran superficie del acumulador, el aire se refrigera adicionalmente. Por este motivo, en el acumulador se desprende directamente una parte de la humedad del aire en forma de agua y por ello es necesario instalar después de cada depósito de aire comprimido una unidad de mantenimiento para evitar el paso de la condensación en forma de agua.

Figura 3. **Acumulador de aire**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.



### **3.1.4. Unidad de mantenimiento**

Esta se instala a la salida principal del compresor, para tener una combinación correcta y así evitar que los sistemas se dañen debido a la corrosión y desgaste de piezas de los mecanismos, cuando la condensación y la fricción se presenten en los sistemas electroneumático. El tamaño y el tipo de estos elementos son determinados por la aplicación concreta y por las exigencias que se planteen al sistema. Para garantizar la calidad de aire es necesaria en cada aplicación, la instalación de unidades de mantenimiento en todos los sistemas de control de la red neumática. Es importante tomar en cuenta que no solo se instalaran a la salida principal de los sistemas neumáticos, debe instalarse en puntos críticos de los sistemas.

La unidad de mantenimiento combina los siguientes elementos necesarios para poder efectuar su trabajo en forma adecuada:

- Filtro para aire a presión: el filtro para aire comprimido tiene la función de eliminar impurezas y condensado del aire a presión que pasa por él. El aire comprimido fluye hacia el vaso del filtro guiado a través de ranuras de entrada. En el vaso se produce la separación de partículas de líquido y de suciedad mediante fuerza centrífuga. Las partículas de suciedad se depositan en el fondo del vaso. El condensado tiene que ser evacuado antes de que llegue al nivel máximo manualmente, aunque existen filtros automáticos que al alcanzar cierto nivel automáticamente se evacuan o purgan, ya que de lo contrario el condensado sería alimentado otra vez al flujo de aire.
- Regulador de aire a presión: tiene la función de mantener constante la presión de servicio (presión secundaria), independientemente de las

oscilaciones que se produzcan en la presión de potencia (presión primaria) y del consumo de aire.

- Lubricador del aire a presión: este tiene la función de agregar aceite al aire en determinado tramo del sistema de distribución de aire, en caso de que el funcionamiento del sistema neumático así lo requiera.

### **3.1.5. Tuberías neumáticas**

Es necesario realizar el traslado del aire comprimido por medio de un elemento que unifique todos los elementos que componen el sistema electroneumático, por lo se debe contar con tuberías o mangueras, o las dos opciones en conjunto, que puedan hacer dicha función y así poder cumplir con las funciones asignadas a cada uno de los elementos.

- Tuberías principales: son las encargadas de transportar el aire que sale del acumulador de caudal hacia todo el sistema, sin hacer conexiones directas con los elementos que componen el sistema neumático, como por ejemplo: las tuberías de cobre, tubo de acero negro, latón tubo de acero galvanizado, acero fino, plástico, manguera de alta presión. Las tuberías se deben poder desarmar fácilmente, ser resistentes a la corrosión y de precio módico.
- Tuberías secundarias: a partir de la red principal, se deriva la red secundaria y de ahí las conexiones que abastecerán a los consumidores o elementos, que por medio de mangueras plásticas milimétricas o en pulgadas de diámetros menores que los primarios, hacen el contacto con los elementos que harán funcionar el sistema como tal.

### 3.1.6. Adaptadores o racores neumáticos

En la actualidad la mayoría de las conexiones de los equipos neumáticos se realizan a través de los racores rápidos o automáticos.

Su fácil utilización a la hora de conectar y desconectar mangueras, la gran variedad de formas que existen (Rectos, T, L, Y, con rosca macho, con rosca hembra, dobles, triples, etc.), su larga vida útil y bajo precio hacen que esta opción de conexión entre válvulas y cilindros neumáticos no tenga competencia.

La forma básica que poseen estos racores, sus partes, su disponibilidad y sus características técnicas se detallan a continuación:

Figura 4. **Adaptadores o racores neumáticos**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

- Disponibilidad y características técnicas:
  - Tipos de rosca = BSP cilíndrica, BSP cónica, NPT y Withworth (G).
  - Diámetros de rosca = 1/8, 1/4, 3/8 y 1/2
  - Diámetros exterior de mangueras en mm = 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14 y 16.
  - Diámetros exteriores de mangueras en pulgadas. = 5/32, 1/8, 1/4, 5/16, 3/8 y 1/2.
  - Presión de trabajo = desde vacío hasta 16 bar en metálicos y hasta 12 bar en plásticos.
  - Temperatura de trabajo = de -20 hasta 80 °C en metálicos y hasta 60 °C en plásticos.

### **3.2. Principios y elementos básicos para sistemas electrohidráulicos**

Los sistemas electrohidráulicos son una evolución de la dirección hidráulica, utilizan un motor eléctrico para mover la bomba hidráulica.

#### **3.2.1. Principios fundamentales**

La ciencia de la hidráulica concierne a cualquier sistema accionado por agua. Sin embargo, hay que hacer distinción entre los sistemas que utilizan el impacto de un líquido en movimiento, y los que son accionados comprimiendo un fluido contenido en un recipiente cerrado; es decir por presión.

Un sistema hidráulico es utilizado básicamente porque posee más fuerza para poder realizar o movilizar piezas grandes y pesadas.

- Caudal y caída de presión: cuando un líquido fluye tiene que existir un desequilibrio de fuerzas para originar el movimiento. Por consiguiente, cuando un líquido circula a través de una tubería de diámetro constante, la presión será siempre inferior en un punto más bajo de la corriente que en otro punto situado a contracorriente.
- Régimen laminar y turbulento: idealmente, cuando las partículas de un líquido circulan por una tubería se mueven según trayectorias rectas y paralelas. Este régimen se denomina laminar y se produce a baja velocidad, en tuberías rectas. Con régimen laminar el rozamiento es menor. Cuando las trayectorias de las partículas no son paralelas y se cruzan, el régimen se denomina turbulento. El régimen turbulento se origina por cambios bruscos en la dirección o en la sección, o por una velocidad demasiado elevada. El resultado es un rozamiento mucho mayor que origina calentamiento, aumenta la presión de trabajo y malgasta potencia.
- Teoría de Bernoulli: el fluido hidráulico, en un sistema que trabaja, contiene energía bajo tres formas; energía cinética que depende de la velocidad y masa del flujo, energía potencial que depende de su posición, y energía de presión que depende de su compresión.

### **3.2.2. Aceites hidráulicos**

El aceite o fluido hidráulico es un líquido transmisor de potencia que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo.

Generalmente los fluidos hidráulicos son usados en transmisiones automáticas de automóviles, frenos; vehículos para levantar cargas; tractores; niveladoras; maquinaria industrial; y aviones. Algunos fluidos hidráulicos son producidos de petróleo crudo y otros son manufacturados.

- Algunas propiedades de los fluidos hidráulicos
  - Viscosidad apropiada
  - Variación mínima de viscosidad con la temperatura
  - Baja compresibilidad
  - Buen poder lubricante
  - Inerte frente a los materiales de juntas y tubos
  - Buena resistencia a la oxidación
  - Estabilidad térmica e hidrolítica
  - Características anticorrosivas

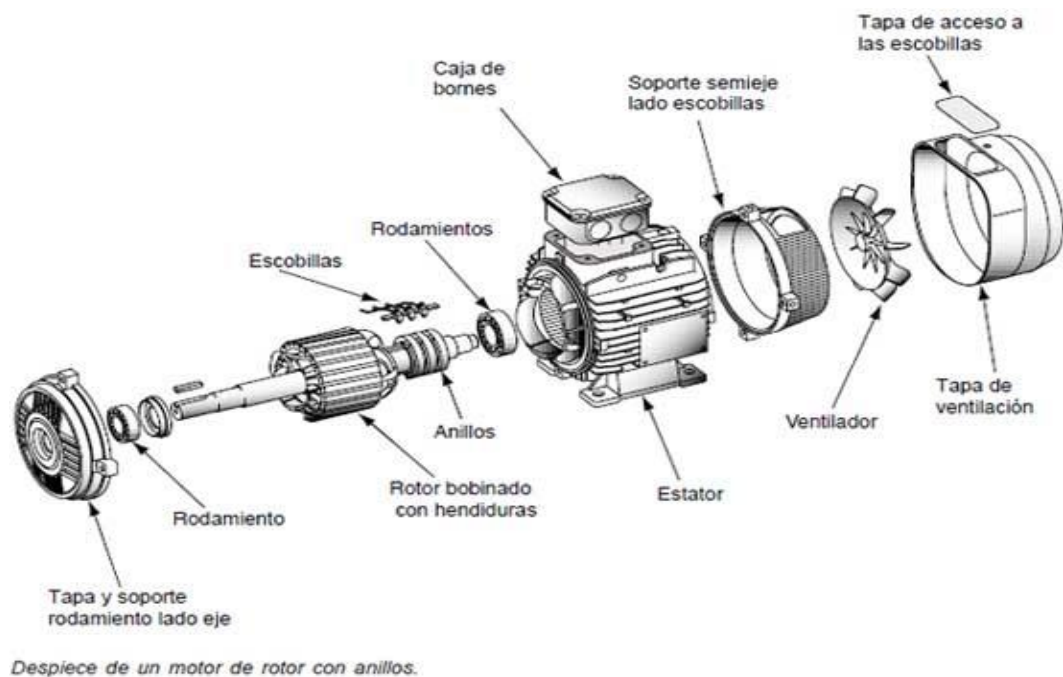
### **3.2.3. Motores eléctricos**

Es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Existen dos tipos de motores:

- Motor de corriente continua: es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, principalmente mediante el movimiento rotatorio. En la actualidad existen nuevas aplicaciones con motores eléctricos que no producen movimiento rotatorio, sino que con algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. Estos motores se conocen como motores lineales.

- Motor de corriente alterna: se denominan a aquellos motores eléctricos que funcionan con corriente alterna, el motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía en energía mecánica de rotación o par. Un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en fuerzas de giro, por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.

Figura 5. **Partes del motor eléctrico**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

### 3.2.4. **Bombas hidráulicas**

Una bomba hidráulica es un medio para convertir energía mecánica en energía fluida o hidráulica. Es un motor que al ser alimentado genera un caudal

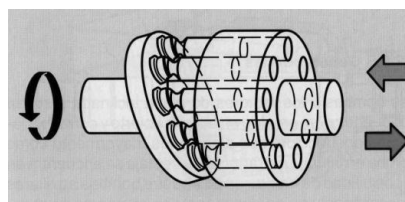


y una fuerza determinada a su salida. Estas son medidas por medio de caballos de fuerza (HP).

Las bombas hidráulicas más utilizadas o más conocidas son las de engranes, paletas y pistón. Para este trabajo de graduación se tomara en cuenta únicamente la bomba de pistón, por ser la utilizada en el parque de diversiones.

- Bombas hidráulicas de pistón: generalmente son consideradas como las bombas que verdaderamente tienen un alto rendimiento en las aplicaciones mecánicas de la hidráulica. Algunas bombas de engranes y de paletas funcionarán con valores de presión cercanos a los 2000 lb/plg<sup>2</sup>, sin embargo, se les considerarán que trabajan con mucho esfuerzo. En cambio las bombas de pistón, en general, descansan a las 2000 lb/plg<sup>2</sup> y en muchos casos tienen capacidades de 3000 lb/plg<sup>2</sup> y con frecuencia funcionan bien con valores hasta de 5000lb/plg<sup>2</sup>.

Figura 6. **Bomba de pistón y sus partes**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

### **3.2.5. Enfriadores**

Los enfriadores evitan las temperaturas altas indeseables, que causan deterioro en los sellos y por consecuencia fugas en los sistemas, además los cambios de viscosidad del aceite disminuye el rendimiento del sistema.

Los enfriadores por aire son los más utilizados en los sistemas electrohidráulicos, por medio de un ventilador de hélice a través de un motor eléctrico, realiza el enfriamiento del aceite.

Figura 7. **Enfriador de aceite**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

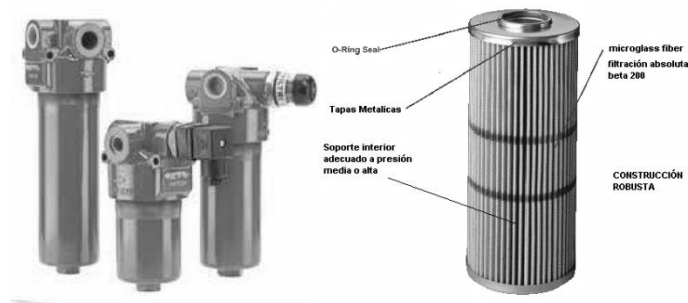
### **3.2.6. Filtros hidráulicos**

Un filtro hidráulico es el componente principal del sistema, en una máquina hidráulica. Estos sistemas se emplean para el control de la contaminación, por partículas sólidas de origen externo y las generadas internamente por procesos

de desgaste o de erosión de las superficies de la maquinaria, permitiendo preservar la vida útil tanto de los componentes del equipo como del fluido hidráulico.

- Filtro de impulsión o de presión: situado en la línea de alta presión tras el grupo de impulsión o bombeo, permite la protección de componentes sensibles como válvulas o actuadores.
- Filtro de retorno: en un circuito hidráulico cerrado, se emplaza sobre la conducción del fluido de retorno al depósito a baja presión o en el caso de filtros semi sumergidos o sumergidos, en el mismo depósito. Actúan de control de las partículas originadas por la fricción de los componentes móviles de la maquinaria.
- Filtro de recirculación: situados *off-line*, normalmente sobre la línea de refrigeración que alimenta el intercambiador de calor, permiten retirar los sólidos acumulados en el depósito hidráulico.
- Filtro de succión: llamados también *strainers*, se disponen inmediatamente antes del grupo de impulsión a manera de proteger la entrada de partículas al cuerpo de las bombas. En general, los filtros están constituidos por un conjunto formado por:
  - El elemento filtrante o cartucho
  - La carcasa o contenedor
  - Dispositivo de control de colmatación
  - Válvulas de derivación, antirretorno, purgado y toma de muestras

Figura 8. **Filtro hidráulico**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

### 3.2.7. **Tuberías hidráulicas**

Es un término general que engloba las diferentes clases de líneas de conducción que transportan el fluido hidráulico entre los componentes, así como las conexiones utilizadas entre los conductores.

- **Tubos milimétricos:** los tubos de acero sin soldadura presentan ventajas significativas sobre los tubos gas. Los tubos milimétricos pueden doblarse en cualquier forma. Son más fáciles de trabajar y pueden utilizarse una y otra vez sin problemas de cierre, generalmente el número de uniones es reducido. También, aguantan presiones y caudales más elevados con dimensiones y pesos menores. Sin embargo son más caros, así como también lo son los accesorios necesarios para las conexiones.
- **Mangueras flexibles:** muchas veces se utilizan mangueras flexibles cuando las líneas hidráulicas están sometidas a movimiento, flexiones

y/o vibraciones. La norma para la mayoría de esas mangueras es la SAE J517. Esta norma contiene números 100R que controlan los requerimientos de construcción, dimensiones, presión, compatibilidad con los fluidos y temperatura.

- Racores: las conexiones para los extremos de las mangueras pueden volver a utilizarse (uniones roscadas, enchufes rápidos, etc.) o no. Se recomienda que estos accesorios tengan en cada extremo tuercas giratorias o bridas divididas, de forma que las mangueras no deban girarse o retorcerse para una instalación adecuada.

### **3.3. Elementos eléctricos fundamentales para sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos**

Los elementos de sistemas electroneumáticos o electrohidráulicos están compuestos de componentes eléctricos y electrónicos, dependiendo de la tarea que se efectuará. A continuación se hace una descripción de sus elementos eléctricos que lo conforman.

#### **3.3.1. Principios eléctricos básicos**

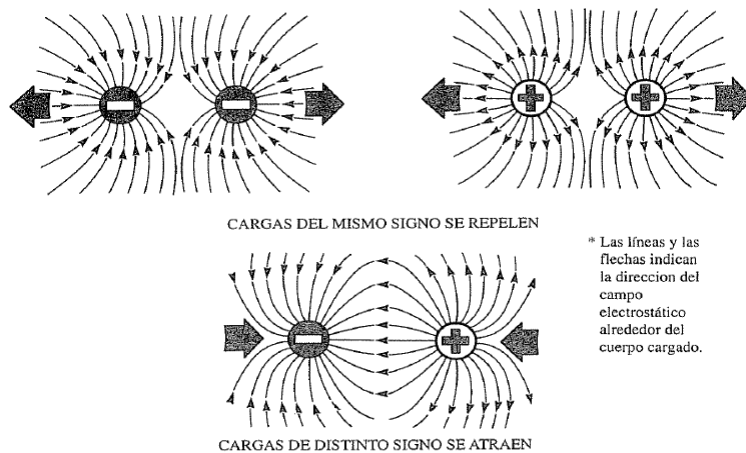
La electricidad o corriente es el movimiento de electrones a través de un conductor y su unidad física es el Amper. Se puede decir que existen dos tipos de corriente alterna (CA) y corriente continua o directa (CC).

##### **3.3.1.1. Elementos básicos del circuito eléctrico**

Todo circuito eléctrico contiene cantidades medibles de los cuatro elementos de circuito siguientes:

- Corriente: la corriente eléctrica se define como un caudal dirigido de cargas eléctricas desde un punto a otro de un circuito eléctrico cerrado. Es este caudal de corriente el que realiza el trabajo o fin de un circuito. Las cargas eléctricas pueden ser positivas o negativas. El sentido convencional de la corriente consiste en el movimiento de cargas positivas desde el polo positivo al negativo alrededor de un circuito. La corriente se mide en unas unidades llamadas amperios (A). La dirección del sentido convencional de una corriente se explica mediante la ley de las cargas eléctricas.
  - La ley de las cargas eléctricas establece:
    - Cargas del mismo signo se repelen
    - Cargas de distinto signo se atraen
  
- El movimiento de las cargas positivas puede dirigirse y controlarse para formar el sentido convencional de la corriente. Estas cargas son repelidas por el terminal positivo de potencia (polo positivo) y atraídas por el terminal negativo (polo negativo). Por consiguiente, debido a la ley de las cargas eléctricas, el sentido convencional de la corriente en un circuito es siempre del polo positivo al negativo.

Figura 9. Ley de cargas eléctricas



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

- Aisladores: los aisladores están formados por materiales de resistencia elevada que impiden el paso de la corriente a través de ellos.
- Circuitos cerrados y abiertos: la corriente solo puede circular a lo largo de un circuito cuando existe una unión directa entre los polos positivo y negativo de la fuente de alimentación. Este circuito se denomina circuito, cerrado. Si esta unión completa se rompe accidentalmente o se interrumpe a propósito mediante interruptores o relés de contacto, la corriente no puede circular por el circuito y la carga no puede realizar ningún trabajo.
- Controles del circuito: los controles del circuito son dispositivos tales como interruptores, relés de contacto y temporizadores, que pueden abrirse o cerrarse, bien sea automáticamente o manualmente.



- Tensión o voltaje: las fuentes de alimentación (suministros de potencia) son dispositivos que transforman otras formas de energía, en energía eléctrica. La fuerza que origina la circulación de la corriente se llama fuerza electromotriz (FEM), y la magnitud de la FEM producida por una fuente de potencia se llama voltaje o tensión. La magnitud del voltaje depende directamente del valor de la diferencia de potencial que existe entre los dos polos de la fuente de potencia. La fuerza electromotriz se mide en unidades llamadas voltios (V).
- Resistencia: la resistencia es la oposición que los componentes de un circuito ofrecen al paso de la corriente. En todos los componentes de carga eléctrica, la resistencia tiene un cierto valor. La resistencia se mide en unidades llamadas ohmios, que puede expresarse en términos de corriente y voltaje. Un ohmio es el valor de una resistencia que permite el paso de una corriente de un amperio, cuando se aplica una FEM de un voltio. Se utiliza la letra griega omega ( $\Omega$ ) para representar al ohmio y la R mayúscula representa la resistencia.
- Las resistencias fijas se fabrican en muchos tamaños y tipos, pero la resistencia que presenta el paso de la corriente permanece constante. Existen tres tipos de carbón, de hilo metálico enrollado y de película depositada.
- Potencia: la potencia es la cantidad de trabajo que puede realizarse en unidad normalizada de tiempo (generalmente un segundo). Se consume energía eléctrica haciendo pasar una corriente a través de la resistencia de un circuito. La oposición a la intensidad de corriente ofrecida por los dispositivos resistivos en un circuito origina calor el cual es disipado o perdido en el aire alrededor. Esta pérdida de energía se denomina

potencia consumida. La potencia eléctrica se mide en unidades llamadas vatios (W).

### **3.3.1.2. Dispositivos eléctricos**

Los dispositivos eléctricos son aparatos que, para cumplir una tarea, utiliza energía eléctrica alterándola, ya sea por transformación, amplificación/reducción o interrupción.

Dentro de los más importantes se puede mencionar los siguientes:

- **Divisor de tensión:** el divisor de tensión es un dispositivo de resistencia variable que se utiliza para reducir el valor de una señal eléctrica o de un voltaje. También se le podría llamar un control de ganancia, atenuador, repartidor de resistencias o potenciómetro, según su diseño y aplicación. Los divisores de tensión suministran un medio de hacer variar el voltaje de salida de un circuito antes de aplicarlo a la entrada de otro circuito. De esta forma, las señales de mando a las válvulas.
- **Solenoide:** un solenoide es un dispositivo electromecánico que convierte la energía eléctrica en movimiento mecánico lineal. En hidráulica y neumática los solenoide se utilizan principalmente para accionar las válvulas direccionales y son típicamente dispositivos todo/nada. Están disponibles para funcionar con CA y con CC para todas las tensiones normalizadas. Un solenoide funciona con una corriente eléctrica que circula a través de un conductor rectilíneo, y además crea un campo magnético circular al redor del mismo. Cuanto mayor sea el campo magnético, mayor será la fuerza centradora.

- **Relé:** funciona de forma muy parecida a un solenoide, es un dispositivo electromagnético formado por una bobina con un núcleo de hierro dulce y contactos eléctricos instalados encima, pero aislados eléctricamente de la armadura o pistón que se mueve. El circuito de control contiene generalmente el solenoide del relé, los contactos del interruptor y un suministro de potencia de baja tensión. Un relé funciona cuando se suministra corriente a la bobina, el campo magnético resultante atrae a la armadura y los contactos hacia la bobina. El relé está en la posición excitada cuando la armadura ha entrado completamente. Los contactos que estaban abiertos, están ahora cerrados. Estos contactos se denominan normalmente abiertos (NA).
- **Contactor:** es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se de tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción.
- **Transformador:** es un dispositivo que transfiere energía de CA de un circuito a otro sin contacto eléctrico entre ellos. Esto se consigue mediante la inducción mutua electromagnética. La corriente que circula por un cable origina un campo magnético alrededor del mismo. El principio básico de funcionamiento del relé y del solenoide, lo opuesto de estos es el principio utilizado por el transformador. Las líneas de flujo magnético que atraviesan un conductor, generan una corriente en este.

- Guarda motor: un guarda motor es un disyuntor magneto-térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo, que lo hace más robusto frente a las sobre intensidades transitorias típicas de los arranques de los motores. El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores.

Estos dispositivos están disponibles en tamaños, potencias nominales, capacidades de carga y pueden utilizarse para otros fines diferentes a los expuestos en este manual. No obstante, los principios básicos de funcionamiento de un elemento no varían, son independientes de la aplicación.

### **3.3.1.3. Cableado eléctrico**

Los cables eléctricos o conductores forman el camino por el que pasan las cargas eléctricas de un punto a otro del circuito. La corriente circula fácilmente a través del conductor. Los aisladores, tales como los recubrimientos de goma, plástico o nylon, en la superficie de los conductores, mantienen el flujo de cargas eléctricas dentro de estos, para protegerlos contra puntas de tensión y cortocircuito. La intensidad de corriente en un aislador es tan pequeña que para efectos prácticos puede considerarse cero.

Los hilos metálicos y los cables metálicos son los conductores más corrientes que se utilizan para transportar la corriente eléctrica, a través de todas las clases de circuitos y de sistemas. Ambos se fabrican en una amplia variedad de tipos y construcciones que son adecuados a muchas aplicaciones distintas. Las diferencias incluyen el tamaño del hilo utilizado, la clase de

aislamiento que lo recubre, el tipo de cobertura exterior, y el número y construcción de los conductores contenidos dentro del hilo o del cable.

Debido a que los diámetros de los conductores redondos son generalmente solo una pequeña fracción de una pulgada, estos diámetros se expresan en milésimas, que son (0,001) de pulgada, para evitar el uso de décimas. Un diámetro de 0,025 pulgadas es equivalente a 25 milésimas. La sección recta de un conductor se expresa normalmente en unidades llamadas milésimas circulares. El área de un conductor en milésimas circulares es igual al cuadro de su diámetro. Un conductor que tenga 25 milésimas de diámetro, tiene una sección recta de  $25 \times 25 = 625$  milésimas circulares de área.

Los efectos perjudiciales de la EMI (señales) y del ruido pueden reducirse utilizando conductores y cables blindados y siguiendo prácticas de cableado adecuados. Un blindaje es un revestimiento metálico (generalmente de cobre o aluminio) que se aplica por encima del aislamiento de un conductor durante el proceso de fabricación. Cuando se instala un cable o conductor blindado no debe olvidarse nunca la conexión a tierra.

#### **3.3.1.4. Conexión a tierra**

Tierra se refiere a la superficie de la tierra o al chasis del circuito. Las conexiones a tierra se realizan por motivo de seguridad y en este se refiere a la superficie de la tierra.

En los primeros días de la electricidad, tierra se refería a la superficie de la tierra y, por lo tanto representaba un punto de potencial nulo o cero voltios. Las conexiones a la superficie de la tierra se efectúan principalmente para fines de seguridad y protección. Un cortocircuito dentro de un dispositivo que conecta

una tensión al chasis puede originar una sacudida muy seria a cualquiera que lo toque. No obstante, si este chasis se conecta a la superficie de la tierra, se mantiene a un potencial seguro de cero voltios y la tierra absorbe la tensión.

Sin un punto de referencia cero, que puede ser tierra o el chasis tomado como tierra, no puede expresarse el voltaje como positivo o negativo.

### **3.3.2. Tipos de accionamiento eléctrico**

Los interruptores se instalan en el circuito para abrir o cerrar el flujo de corriente a los dispositivos consumidores. Estos interruptores se dividen en dos grandes grupos:

- Interruptores pulsadores
- Interruptores de control

Ambos tipos pueden poseer contactos normalmente abiertos, normalmente cerrados o conmutadores.

- Interruptor con enclavamiento: en los interruptores selectores, las dos posiciones se hallan bloqueadas mecánicamente. Una posición se mantiene hasta que se acciona el interruptor de nuevo o en sentido opuesto.
- Pulsador: solamente abre o cierra un circuito mientras está presionado. Al dejar de presionar sobre él, vuelve a su posición de reposo.

### **3.4. Unidad de mando y control**

Para la unidad de mando y control se debe tener un sistema de control de flujo de fluido a través de electroválvulas. La cual se describe a continuación.

#### **3.4.1. Electroválvulas**

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. Además, existen dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas dentro de los cuales se pueden mencionar:

- Válvulas de vías
- Válvulas de cierre o antirretorno
- Válvulas reguladoras de flujo o de estrangulación
- Combinaciones de estas válvulas

En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula, proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es frecuente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta. También es posible construir electroválvulas bi-estables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un impulso y cierra con el siguiente.

Las electroválvulas pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas, lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo, o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación. Hay electroválvulas que en lugar de abrir y cerrar, lo que hacen es conmutar la entrada entre dos salidas. En otro tipo de electroválvula el solenoide no controla la válvula directamente, sino que el solenoide controla una válvula piloto secundaria y la energía para la actuación de la válvula principal la suministra la presión del propio fluido.

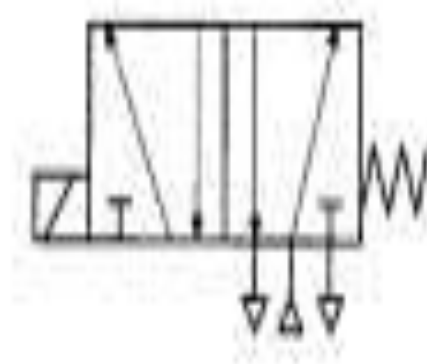
A continuación se presenta el significado de las letras utilizadas en los esquemas.

- P (Presión). Puerto de alimentación de aire
- R, S, etc. Puertos para evacuación del aire
- A, B, C, etc. Puertos de trabajo
- Z, X, Y, etc. Puertos de monitoreo y control

En la figura de ley de cargas eléctricas (ver figura 9), aparece la ruta que sigue el aire a presión, con una válvula 5/2 y un cilindro de doble efecto. La mayoría de las electroválvulas tienen un sistema de accionamiento manual, con el cual se pueden activar sin necesidad de utilizar señales eléctricas. Esto se hace solamente en labores de mantenimiento, o simplemente para corroborar el buen funcionamiento de la válvula y del cilindro, así como para verificar la existencia del aire a presión.



Figura 10. **Diagrama de una electroválvula**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

Figura 11. **Solenoide para válvula**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

### **3.5. Unidad de trabajo**

La unidad de trabajo se compone de cilindros o actuadores que dan un efecto en el proceso automatizado. Estos pueden ser hidráulicos o neumáticos.

#### **3.5.1. Cilindros o actuadores**

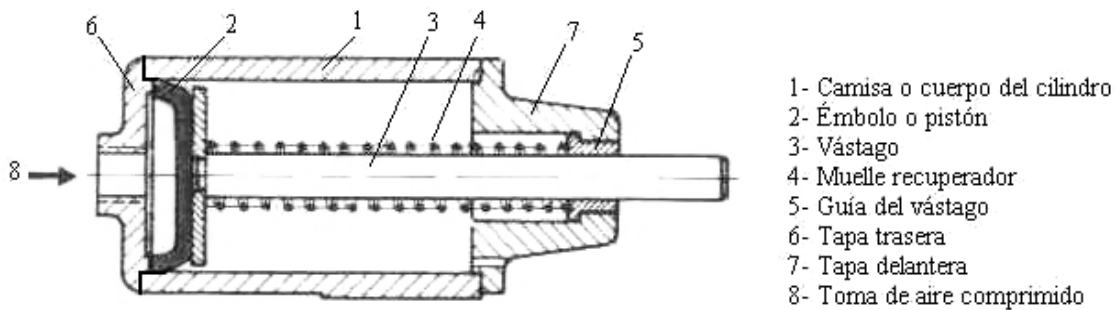
Se denominan cilindros o actuadores, a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado. Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de aire, líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

Existen varios tipos de actuadores:

- Cilindro o actuador hidráulico: de acuerdo con su función se pueden clasificar a los cilindros hidráulicos en efecto simple y de acción doble. En el primer tipo se utiliza fuerza hidráulica para empujar y una fuerza externa, diferente, para contraer. El segundo tipo emplea la fuerza hidráulica para efectuar ambas acciones.
- Cilindro o actuadores neumáticos: a los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad.

- Cilindros de simple efecto: estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita aire sólo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa. El resorte incorporado se calcula de modo que haga regresar el émbolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande.

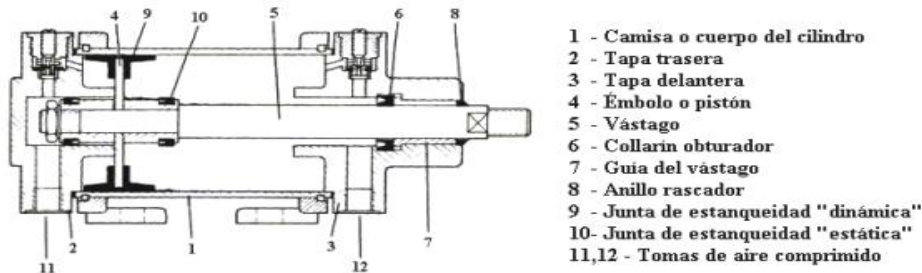
Figura 12. **Cilindro de simple efecto**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

- Cilindros de doble efecto: la fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida, como en el retorno.
- Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión, también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido.

Figura 13. **Cilindro de doble efecto**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

### 3.6. Tipos de sensores

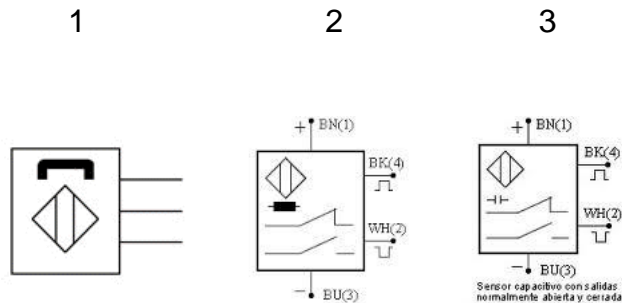
Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc.

#### 3.6.1. Sensores de proximidad

Los sensores de proximidad son transductores que detectan objetos o señales que se encuentran cerca del transductor. Debe distinguirse entre los siguientes grupos de sensores de proximidad:

- Sensores de proximidad activados magnéticamente
- Sensores de proximidad inductivos
- Sensores de proximidad capacitivos
- Sensores de proximidad ópticos o fotoeléctricos

Figura 14. **Simbología de sensores de proximidad magnéticos (1), inductivos (2) y capacitivos (3)**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

### 3.6.1.1. **Sensores de proximidad activados magnéticamente**

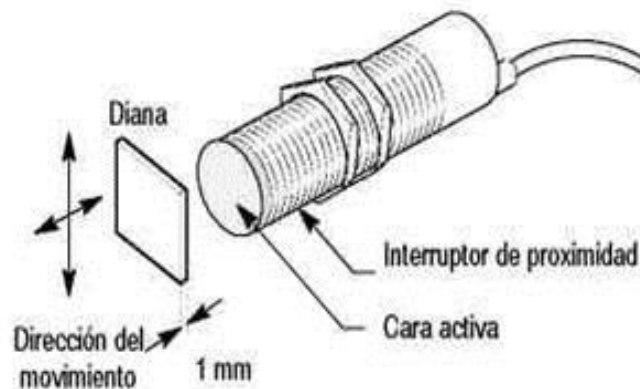
Son interruptores de proximidad accionados magnéticamente. Consisten en dos láminas alojadas en un tubo de vidrio con gas inerte. Cuando el interruptor entra en un campo magnético, las láminas se unen formando un contacto eléctrico cerrado. La función normalmente cerrada de los contactos *reed* puede lograrse forzando los contactos con pequeños imanes. Estos se caracterizan por las siguientes propiedades.

- Larga vida útil
- Libres de mantenimiento
- Tiempo de conmutación = 0,2 ms
- Sensibilidad de respuesta limitada
- Inadecuado para áreas con elevados campos magnéticos



- Los objetos pueden detectarse estáticos o en movimiento.
- Los objetos con una gran superficie en relación con la superficie del sensor, se reconocen con más facilidad.
- Se utilizan principalmente como sensores digitales.

Figura 16. **Sensor de proximidad inductivo**



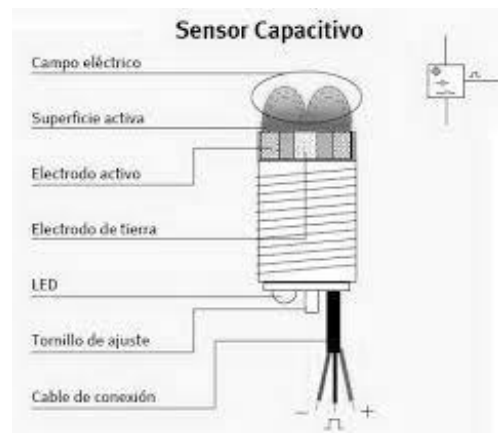
Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

### 3.6.1.3. **Sensores de proximidad capacitivos**

Los sensores de proximidad capacitivos miden los cambios de capacidad en el campo eléctrico de un condensador, causados por la aproximación de un objeto. El sensor de proximidad consiste en una resistencia óhmica, un condensador (circuito oscilante RC) y un circuito electrónico. Se crea un campo electrostático en el espacio entre el electrodo y el electrodo de tierra. Si se introduce un objeto en este campo, la capacitancia del condensador aumenta,

detectando así no tan solo materiales conductores, sino también aislantes que posean una constante dieléctrica elevada.

Figura 17. **Sensor de proximidad capacitivo**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

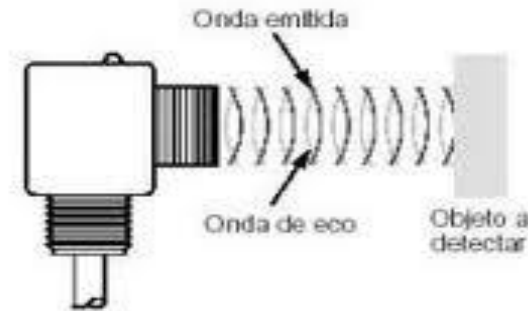
#### **3.6.1.4. Sensores de proximidad ópticos**

Se distinguen entre tres tipos de sensores de proximidad ópticos:

- Sensores de barrera fotoeléctrica
- Sensores de retro reflexión
- Sensores de reflexión difusa o directa



Figura 18. **Sensor de proximidad óptico**



Fuente: Departamento de Mantenimiento. IRTRA.

- Sensores de barrera: estos consisten en un emisor y un receptor en cajas separadas. Los componentes se montan de forma que el transmisor apunte directamente al receptor. Si el rayo de luz se interrumpe los contactos abren o cierran.
- Sensores de retroflexión: en estos el emisor y el receptor se montan juntos en la misma caja. Para un correcto funcionamiento de estos sensores, debe montarse un reflector de forma tal que el rayo de luz generado por el emisor, sea reflejado total o parcialmente hacia el receptor. La interrupción del rayo de luz provoca la conmutación del sensor.
- Sensor de reflexión directa: el emisor y el receptor del sensor de reflexión directa están montados de forma similar a la del sensor de retro reflexión. Si el emisor se dirige a un objeto reflectante, la luz difusa que regresa al receptor provoca la activación de una señal de salida. Cuando más reflectante sea el objeto a detectar, con mayor fiabilidad podrá ser detectado



## **4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **4.1. Análisis del mantenimiento en sistemas electroneumático y electrohidráulico**

A continuación se hace una descripción de los sistemas electroneumáticos y electrohidráulico, sobre el mantenimiento que requieren cada uno.

#### **4.1.1. Rutinas de mantenimiento**

Se puede definir a cualquier actividad como comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones durante la inspección diaria, es decir a todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida, con la finalidad de anticiparse a las emergencias o caer en un mantenimiento correctivo antes de poner a disposición los juegos electromecánicos.

#### **4.1.2. Procedimientos basados en manual de juegos**

Los procedimientos de conservación y mantenimiento establecidos en los manuales, indican o ayudan en los trabajos que se realizan a diario, semanal, mensual, trimestral, semestral y anual a los mecanismos y góndolas de los juegos, en cuanto a los mantenimientos de los sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos, generalizan los mantenimientos y trabajos a realizar, y no son específicos en cuanto a cada uno de los dispositivos de cada sistema, como por ejemplo: el compresor, las válvulas, mangueras, acumuladores,

cilindros, filtros, sensores, pulsadores, PLC, etc., por esta razón se ha solicitado un programa de conservación de los sistemas antes mencionados.

### **4.1.3. Registro de información**

Este se realiza por medio de bitácoras y fichas técnicas. A continuación se realiza una descripción de cada una.

#### **4.1.3.1. Bitácoras o fichas bibliográficas**

Las bitácoras o fichas bibliografías no son más que registros donde se han realizado todas las anotaciones, de todos los datos obtenidos en los equipos y de las fuentes de consulta, que se han utilizado en la búsqueda de información. Es decir anotaciones de todos los problemas o fallas encontradas en los diferentes sistemas de los juegos electromecánicos y además, la información de cómo se ha solucionado, materiales y repuestos, documentos de consulta, ajustes de tolerancia y anotaciones de personas que participaron en la solución de la falla. La información escrita en las bitácoras que se utilizan actualmente carecen de información técnica, como por ejemplo: los datos de un tornillo, en los cuales debe anotarse diámetro, longitud, tipo de cabeza, grado de dureza, tipo de rosca, cuanto de rosca del tornillo, tipo de material del tornillo y donde se realizó el cambio. También es importante hacer notar que la información en la mayor cantidad de anotaciones es general, donde hacen de conocimiento que se realizó el cambio de un tornillo, esta información es general y no especifica los datos requeridos para conocer qué tipo, cantidad y parte donde se realizó el cambio.

#### **4.1.3.2. Fichas técnicas**

Es un documento que representa un resumen de lo sucedido, cambios de repuestos, herramientas utilizadas, tipo de falla, descripción de cómo se procedió para resolver la falla y técnicos que participaron durante la reparación. Las fichas técnicas ayudan a que la búsqueda de información sea específica, reduciendo el tiempo de búsqueda. Es importante iniciar una ficha técnica con los datos técnicos de la máquina como por ejemplo: marca, modelo, serie, revoluciones, voltaje, amperaje, cantidad de aceite que utiliza, tipo de aceite que utiliza, etc. Actualmente se lleva una ficha técnica en la Institución, pero por falta de conocimiento y supervisión los técnicos la confunden como una bitácora.

#### **4.2. Capacidad del proceso**

Para determinar la capacidad del proceso se debe tomar la eficiencia del mantenimiento a nivel electroneumático y electrohidráulico.

##### **4.2.1. Eficiencia del mantenimiento en sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos**

La eficiencia es la óptima utilización de los recursos disponibles para la obtención de resultados deseados, para obtener la eficiencia requerida es necesario tomar en cuenta varios factores, como por ejemplo: repuestos y materiales disponibles en stocks, herramienta a utilizar, maquinaria necesaria y personal necesario con conocimientos y capacidad de realizar los trabajos. En la investigación se pudo encontrar que la Institución cuenta en su bodega de materiales, con un ochenta y cinco por ciento de repuestos y materiales necesarios, para realizar un programa de conservación y mantenimiento de los

juegos, el personal cuenta con la herramienta necesaria para la realización de su mantenimiento en los juegos asignados, el personal tiene un criterio de mantenimiento, este trabajo ayudaría a complementar sus conocimientos de mantenimiento en los sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos, se sabe que los avances tecnológicos están contantemente a la vanguardia en las industrias y la información proporcionada no contempla todos los trabajos de conservación y mantenimiento que deben realizarse.

#### **4.2.2. Disponibilidad de los juegos**

Este factor es el más importante durante la apertura de esta Institución, debido a que se busca obtener un servicio de excelencia con las personas que lo visitan. Por lo tanto el factor de disponibilidad (medido en tiempo) de los juegos electromecánicos y los equipos o sistemas debe estar arriba del noventa y siete por ciento anualmente, estos datos se obtienen de la siguiente manera: el tiempo a disposición de los visitantes anualmente, es proporcional al tiempo utilizado por cada reparación, es decir la suma total de los tiempos de reparación anuales se divide entre el tiempo total que el parque estuvo disponible al público, el resultado de esto multiplicado por cien, representa el porcentaje de disponibilidad de cada juego electromecánico y de arcadas.

#### **4.2.3. Dependencia de la disponibilidad de los juegos en función de los sistemas electroneumáticos**

Los juegos electromecánicos en un porcentaje del noventa por ciento utilizan los sistemas electroneumáticos para realizar y controlan los movimientos de la máquina, por medio de un software instalado en el cerebro del juego llamado PLC, también son utilizados en los sistemas de seguridad de las personas. Si algún dispositivo de los mecanismos de movimiento y de

seguridad presentara inconvenientes el programa del juego, no dejaría que este iniciara su ciclo y enviaría una alarma de falla en el panel de operación, por lo tanto el juego quedaría fuera de servicio para el público en general.

#### **4.2.4. Dependencia de la disponibilidad de los juegos en función de los sistemas electrohidráulicos**

Los juegos electromecánicos en un porcentaje del veinte por ciento, utilizan los sistemas electrohidráulicos para realizar y controlan los movimientos de la máquina, por medio de un software instalado en el cerebro del juego llamado PLC, también son utilizados en los sistemas de seguridad de las personas. Si algún dispositivo de los mecanismos de movimiento y de seguridad, presentara inconvenientes el programa del juego, no dejaría que este iniciara su ciclo y enviaría una alarma de falla en el panel de operación, por lo tanto el juego quedaría fuera de servicio para el público en general. Los trabajos que realizan estos sistemas en los juegos electromecánicos, es movilizar la estructura del juego junto con las góndolas donde se encuentran sentados los visitantes, estos movimientos los realizan únicamente vertical.

#### **4.3. Evaluación de costos en el proceso**

Se describe una evaluación del costo de implementar los procesos, mediante un mantenimiento anual, para sistemas electroneumático y electrohidráulico.

#### **4.3.1. Costo anual de mantenimiento en sistemas electroneumático**

La investigación realizada, respecto a los trabajos de conservación y mantenimiento de los juegos electromecánicos, indican que se han realizado mantenimientos preventivos y predictivos, para todos los mecanismos, estructuras, sistemas y góndolas de los juegos anualmente. A continuación se detallan los datos más importantes sobre los materiales y repuestos utilizados en un mantenimiento anual programado del sistema electroneumático.

- Cambio de aceite del compresor
- Cambio de fajas del compresor
- Cambio de filtros aire en el compresor
- Cambio de filtros coalescentes en la salida del aire al sistema
- Revisión, mantenimiento y cambio de válvulas
- Revisión, mantenimiento y cambio de cilindros
- Revisión y cambio de mangueras
- Revisión, mantenimiento a sensores
- Revisión y cambio de cables
- Revisión, mantenimiento y cambio a contactores
- Materiales general de limpieza

Respecto a los precios no se han podido obtener y se tiene la siguiente información, muchas veces cambia debido a la marca, disponibilidad en el mercado local y si es de importación en el tiempo de entrega y disponibilidad en el mercado internacional.



#### **4.3.2. Costo de mantenimiento anual en sistema electrohidráulico**

La investigación realizada, respecto a los trabajos de conservación y mantenimiento de los juegos electromecánicos, indican que se han realizado mantenimientos preventivos y predictivos, para todos los mecanismos, estructuras, sistemas y góndolas de los juegos anualmente. A continuación se detallan los datos más importantes sobre los materiales y repuestos utilizados en un mantenimiento anual programado del sistema electroneumático.

- Cambio de aceite del sistema.
- Cambio de empaques.
- Cambio de filtros de aceite, succión, retorno y si hubieran otros del sistema.
- Revisión, mantenimiento y cambio de válvulas.
- Revisión, mantenimiento y cambio de cilindros (si es posible).
- Revisión y cambio de mangueras.
- Revisión, mantenimiento a sensores.
- Revisión y cambio de cables.
- Revisión, mantenimiento y cambio a contactores.
- Materiales generales de limpieza.

Respecto a los precios no se han podido obtener y se tiene la siguiente información, muchas veces cambia debido a la marca, disponibilidad en el mercado local y si es de importación en el tiempo de entrega y disponibilidad en el mercado internacional.

#### **4.4. Análisis de fallas y de consecuencias perjudiciales debido al procedimiento actual del mantenimiento en los sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos en el área de juegos electromecánicos**

Se debe tomar en cuenta que las diferentes fallas que ocurren en los juegos electromecánicos, son causadas en su mayoría por falta de conocimientos en la detección de la falla, falta de repuestos en bodega (por ser sistemas europeos es difícil encontrar dichos repuestos en Guatemala), faltas de mantenimiento preventivo (como lo son las revisiones periódicas en fugas, limpiezas en contactores, válvulas, cilindros, sensores, etc.) y por lo mismo se prolonga el tiempo de respuesta en los paros no programados, y son perjudiciales para la institución debido a que la misma debe prestar siempre un servicio de excelencia.

En este trabajo de graduación se pretende capacitar al personal involucrado con los temas propuestos para mejorar la eficiencia en la respuesta de las emergencias de paros y con ello satisfacer las necesidades de los que visitan la Institución.

##### **4.4.1. Paros no programados en juegos**

Los paros no programados son todos aquellos problemas que ocurren en los juegos electromecánicos durante la operación del parque, es decir durante el tiempo que el parque se ha habilitado a las personas que lo visitan. Para los cuales se mencionan algunos de ellos, por ejemplo: paro por lluvia, sistemas electro-atmosféricos (rayos), emergencias con visitantes en los juegos, mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico, existen tres tipos de paros programados en el sistema, como los mecánicos, eléctricos y otros.

Los paros tomados como otros son los que suceden cuando se crea algún inconveniente con el público visitante (ejemplo: problemas de alturas, nauseas, malestares entre ellos mismos, en general son todos aquellos tiempos en los cuales el juego no puede operar/funcionar y se debe a situaciones propias del público que visita el parque), situaciones climáticas, situaciones naturales, se puede decir que son aquellos tiempos que no fueron provocados por alguna situación eléctrica o mecánica.

#### **4.4.2. Rotación alta en piezas de recambio**

Según los datos que se pudieron obtener, las piezas que tienen un periodo de rotación más frecuente en estos sistemas son:

- Kit de sellos para válvulas (juego comanche, juego ratón loroco, juego remolino, juego tronco splash, juego moto bala y juego rascacielo).
- Válvulas neumáticas e hidráulicas (juego comanche, juego ratón loroco, juego remolino, juego tronco splash, juego moto bala, juego delta y juego rascacielo).
- Kit de sellos para cilindros (juego comanche, juego ratón loroco, juego remolino, juego tronco splash, juego moto bala y juego rascacielo.)
- Cilindros neumáticos del juego remolino y moto bala.
- Sensores inductivos, capacitivos y ópticos.
- Manómetros.
- Seguros de cadena, seguel y chavetas.
- Mangueras.

Con esta investigación se puede ayudar a indicar al personal encargado del mantenimiento, que es recomendable contar siempre con un veinticinco por ciento del total de los repuestos utilizados anualmente, dentro de la bodega

para un stock de ellos y así poder lograr mayor eficiencia en la solución de las necesidades de los juegos.

#### **4.4.3. Corrosión en los sistemas**

La corrosión es una enfermedad que se da en muchas circunstancias, es decir en diferentes tipos y formas, tanto en los metales, como en los no metales como por ejemplo en la descomposición de los lubricantes, en la descomposición de la madera, en la descomposición del agua, etc. Por tales motivos es importante realizar rutinas de inspecciones a todos los mecanismos de los juegos y elaborar un plan de conservación a todas las partes de los juegos. Las revisiones e inspecciones son esenciales para la conservación de los sistemas y realizando el mantenimiento preventivo se puede evitar este tipo de situación.

#### **4.4.4. Modificaciones a sistemas originales**

Dentro de las políticas de esta Institución se estableció no realizar cambios en los sistemas y velar porque siempre que se haga algún cambio de piezas, se realicen con uno de las mismas características técnicas, marcas y originalidad en los diferentes mecanismos, y así garantizar una mayor durabilidad en los equipos, además de garantizar la estética en forma y diseño de los mismos.

#### **4.4.5. Daño permanente en elementos o componentes**

Todo material cuenta con un tiempo de vida útil u horas de trabajo reales, estos se pueden cumplir si se lleva un plan de conservación y mantenimiento adecuado a cada uno de los mecanismos del sistema, después de un tiempo de

trabajo, se puede decir que algunos presentan más daños que otros, los cuales se pueden clasificar como leves y graves, algunos más notorios que otros, en realidad depende de los esfuerzos a los que estén sometidos. También se puede mencionar que algunos daños se presentan por falta de mantenimiento, en algunos casos particulares como fisuras en mecanismos por esfuerzos no calculados o material de poca dureza, etc.



## **5. SITUACIÓN PROPUESTA**

### **5.1. Evaluación de alternativas**

Para realizar una evaluación de las alternativas propuestas, se realiza un estudio para cada programa de manteniendo.

#### **5.1.1. Estudio para realizar un programa de conservación para un mantenimiento preventivo**

Para realizar un estudio de un programa de conservación preventiva es importante realizar diferentes investigaciones en los campos siguientes:

- **Conocimiento de la maquinaria o equipos:** es importante conocer las máquinas en todo momento, es decir todos los aspectos técnicos que esta presenta, como por ejemplo: si el tipo de sistema es electroneumático o electrohidráulico, tipo de voltaje que utiliza, decibeles de ruidos, niveles de aceite, todas las temperaturas, torques en la tornillería, presiones en los sistemas u algunos otros datos que puedan ayudar a verificar el buen funcionamiento del juego.
- **Herramientas:** las herramientas juegan un papel importante dentro del mantenimiento, es importante hacer mención que se debe contar con un stock adecuado de las herramientas necesarias, ya que de no contar con la adecuada se corre el riesgo de dañar las piezas de los mecanismos o no poder realizar los trabajos en el menor tiempo posible, que a la vez se transformaría en eficiencia. Por ejemplo se puede mencionar: el

amperímetro, decibelímetro, termómetro infrarrojo, acelerómetro, aparatos de mediciones de presión, cámaras termo gráficas, etc., cualquier instrumento que ayude a anticiparse con la detección de las fallas.

- Materiales necesarios en stock: después de haber verificado y detectado el problema es importante contar con los materiales, ya que de ser así, se reduce el tiempo con el cual es resuelto el problema y así se aumenta la efectividad en la reparación.
- Conocimiento del personal involucrado: la persona debe tener un conocimiento adecuado de lo que está revisando o reparando, para tener el concepto de la importancia que tiene hacerlo, de lo contrario también se vería afectada la eficiencia de funcionalidad del juego o algo más crítico sería dañar las piezas que se estén revisando.

Es importante hacer mención que un programa de mantenimiento preventivo es una secuencia de pasos a seguir en chequeos, revisiones y monitoreo, debido a que el objetivo que persigue es el de garantizar que la calidad del servicio que estos proporcionan. Respecto al estudio que se realizó para implementar un plan de conservación de mantenimiento preventivo, se puede decir que esta Institución está utilizando en un ochenta por ciento este programa en los sistemas de los juegos electromecánicos.

Para realizar un plan de conservación del mantenimiento preventivo es necesario tomar en cuenta a los departamentos involucrados en los juegos, se puede mencionar al Departamento mecánico, Departamento eléctrico, Departamento de obra civil y el Departamento de operaciones, en conjunto realizar un plan que ayude a que se pueda prolongar la vida útil de los sistemas.



### **5.1.2. Estudio para realizar un programa de conservación para un mantenimiento predictivo**

Un programa para la conservación de un mantenimiento predictivo, requiere un costo mayor que el programa de mantenimiento preventivo, porque además de incluir todos los aspectos del mantenimiento preventivo, este va más allá de las supervisiones y/o revisiones, se deben implementar estudios que requieran la ayuda de expertos en algunos análisis, como por ejemplo los ensayos no destructivos, análisis de aceite y mediciones, además de las mediciones más conocidas como las mediciones de temperaturas, mediciones con cámaras termografías, etc. Con estos estudios que se realicen se puede tomar decisiones de poder realizar de inmediato o programar cualquier tipo de situaciones que se presenten, antes de que ocurra el fallo.

Debido al costo elevado de los análisis mencionados es recomendable realizarlos anual o si fuera necesario realizarlo por una situación particular. Los chequeos comunes como las mediciones de temperatura, mediciones de decibeles, chequeos de consumos y mediciones con cámaras termografías (si se cuenta con ella) es recomendable realizarlo diariamente durante el funcionamiento de las máquinas, en el mismo punto, la misma hora y la misma persona.

Este programa es utilizado por los departamentos encargados del mantenimiento, bajo ciertos criterios de cada departamento y debe ser aplicado como una unidad buscando el mismo fin.

### **5.1.3. Selección de la mejor alternativa**

Los programas de conservación y mantenimiento se realizan para llevar un control adecuado de ellos, es importante saber que el plan puede servir como una guía a seguir, pero no significa que únicamente lo que indica el plan debe realizarse, muchas veces las rutinas de inspección indican los trabajos a realizar o en algunos otros los estudios que se realicen a los equipos en ese momento. Por tales razones se recomienda implementar ambos conceptos, y realizar un plan en conjunto con los departamentos involucrados y obtener un porcentaje más alto de conservación para los equipos y sistemas de los juegos electromecánicos.

## **5.2. Metodología para el programa de conservación**

Para el programa de conservación se utiliza una metodología para tener las guías y evaluaciones de cada uno de los programas propuestos.

### **5.2.1. Guías para realizar programa de conservación**

Para poder elaborar un programa de conservación es necesario contar con lo siguiente:

- Tener el conocimiento de neumática e hidráulica.
- Tener conocimiento de electricidad.
- Contar con información (manuales) de los componentes (marca, serie, presiones, etc.).
- En caso de no contar con ello solicitarlo a los proveedores o buscarlo en páginas web del internet.
- Tener acceso a una computadora con acceso a la web.

- Saber si los componentes de los sistemas son distribuidos en Guatemala.
- Elaborar un programa de seguridad industrial para el mantenimiento de los juegos.

### **5.2.2. Evaluación del desempeño del plan de conservación**

El plan de conservación en los sistemas debe ser supervisado diario o semanal por el supervisor o jefe de cada departamento, esto con la finalidad que se cumpla con lo programado o establecido y llevar un control de los trabajos que se realizan y los que faltan por realizar, además este programa puede ayudar a mencionar cada pieza de los sistemas y no dejar en el olvido alguna de ellas, y como se ha dicho, el juego depende en su totalidad de ellos, tanto en los mecanismos como en la seguridad de las personas que disfrutan subiéndose a las atracciones.

### **5.2.3. Procedimiento para la realización de inspecciones**

Los procedimientos para la conservación de los sistemas y mecanismos en las máquinas o maquinarias deben realizarse diarias o rutinarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales, anuales o por horas de trabajo.

Para las inspecciones diarias se pueden definir las inspecciones y mediciones de ruidos (medidos en decibeles por una herramienta), mediciones de temperatura (medidas con una herramienta), revisiones visuales de fugas, purga general del sistema neumático, mediciones generales de consumos en los equipos eléctricos, verificación de presiones en los manómetros, inspecciones visuales de los mecanismos, inspecciones visuales de la estructura general del juego, revisiones generales de las góndolas,

comprobaciones generales de los mecanismos de seguridad o *lap-bar* en las góndolas, inspecciones visuales de pernos de anclaje y ciclos de prueba en los juegos.

Dentro de las inspecciones semanales se pueden mencionar las inspecciones y limpieza de sensores en generales, lubricaciones de cadenas, lubricación de guías, lubricación de chumaceras, inspección y engrase en mecanismos de sistemas de seguridad, comprobaciones de medidas en las góndolas, respecto a chasis de góndola y estructura, revisiones y comprobaciones de consumo de cada componente eléctrico, comprobar la transmisión de señales de los sensores, verificación de parámetros en variadores de frecuencia, revisiones y comprobaciones de medidas en rodos, revisiones y eliminación general de fugas, limpieza de suciedad en paneles neumáticos, inspección visual general de tornillos y ciclos de prueba en los juegos.

Se pueden definir las inspecciones mensuales, como las inspecciones con cámara temográfica, comprobaciones de torque en barras de seguridad o *lap-bar*, engrases generales según horas de trabajo de la máquina, inspecciones generales de fugas, inspecciones generales de mangueras, trabajos de pintura en los mecanismos, limpieza de filtros de aire en compresores, limpieza de filtros coalescentes en compresores, revisión de unidades de mantenimiento, comprobaciones de presión en diferentes puntos, comprobaciones de señales en sensores, revisión y limpieza de pulsadores, comprobación de accionamiento correcto de sistema de emergencia en válvulas, etc.

Las inspecciones trimestrales completan las inspecciones mensuales y además se inician los chequeos internos de cada uno de los elementos neumáticos, por ejemplo: se inicia la limpieza de válvulas, inicia limpieza en

cilindros, inicio de cambio de mangueras, limpieza de contactores, mediciones de motores eléctricos, comprobaciones de parámetros en variadores, verificación de sistema de emergencia, etc.

Para las inspecciones semestrales se debe iniciar con el torque general de los pernos de las estructuras, revisiones generales de cojinetes de rodos, revisiones generales de revestimiento de poliuretano de rodos, se debe haber completado las revisiones y cambio generales de sensores, inicio de las inspecciones generales análisis no destructivos en soldaduras, ejes, pines, tornillos, aros, en general a piezas críticas del juego, inicio de mantenimiento preventivo general de reductoras, inicio de mantenimiento preventivo general de motores, etc.

Dentro de las inspecciones anuales se debe haber realizado todas las inspecciones trimestrales y semestrales, además de los mantenimientos preventivos a todos los mecanismos de transmisión de potencia, mantenimiento preventivo a compresor, cambio de aceite a sistema hidráulico (realizar análisis para conocer su estado), mantenimiento preventivo a góndolas, en general se debe haber realizado todas aquellas revisiones y cambios necesarios en todos los mecanismos, estructuras, sistemas y góndolas de los juegos electromecánicos.

#### **5.2.4. Visitas**

Es importante cumplir con los procedimientos establecidos en los programas de inspecciones, para cada una de las máquinas o mecanismos, al seguir estos procedimientos se está realizando las visitas y se está verificando el funcionamiento adecuado de las máquinas. Para verificar que las visitas o chequeos se estén cumpliendo, es recomendable que los supervisores o jefes

de área realicen esporádicamente una visita a las maquinarias, junto con los técnicos encargados de realizar las funciones. Además, es recomendable que personas externas, personal calificado u otros técnicos de otras áreas realicen visitas esporádicas para que puedan verificar el buen funcionamiento de los mecanismos de los juegos.

### **5.3. Mejoramiento de la seguridad en las condiciones laborales del proceso**

Para realizar una mejora en las condiciones laborales de los empleados, se deben de tomar en cuenta las condiciones de seguridad de los lugares de trabajo como de la maquinaria a utilizar.

#### **5.3.1. Condiciones seguras**

Como en toda maquinaria es importante realizar los chequeos y reparaciones necesarias para indicar que se encuentra en condiciones de operación y/o funcionamiento. Para las máquinas del parque o juegos electromecánicos estas revisiones y pruebas se realizan diariamente, antes de poner en funcionamiento cada una de las mismas, esto con la finalidad de que todos los mecanismos se prueben, se revisen y se monitoreen antes de ponerlo a disposición del público, es importante hacer del conocimiento del personal de mantenimiento que por cualquier motivo (ruidos extraños, fugas en los sistemas, mecanismos que presentan un pequeño funcionamiento inadecuado, etc.) el juego queda fuera de servicio, luego se realizan las inspecciones, reparaciones y pruebas pertinentes para poderlo poner a disposición del público.

### **5.3.2. Actos seguros**

Es importante hacer del conocimiento de los encargados de la operación o puesta en funcionamiento de los juegos y al público que los visita, que existen normas que se deben cumplir para poder ponerlos en funcionamiento como por ejemplo: el personal operario debe verificar que todos los mecanismos de sujeción o de seguridad se activaron, colocar los cinturones de seguridad, indicarle a las personas que visitan las atracciones que no está permitido subir al juego con gorras, lentes, bolsas, niños menores a estaturas establecidas, sandalias, personas con dimensiones corporales que no permitan al mecanismo de seguridad hacer su funcionamiento adecuado, que no está permitido permanecer en las áreas de abordaje, que no está permitido estar dentro de las estructuras donde la atracción hace su recorrido, etc., o al verificar una acción que ponga en riesgo la integridad de cualquier persona, el juego no se pone en funcionamiento.

### **5.3.3. Seguridad en los sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos**

Los juegos electromecánicos son monitoreados y accionado por medio de los sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos, son los encargados de activar los mecanismos de movimiento y de seguridad en las barras de seguridad o *lap-bar* que sujetan al público que los utiliza, si existiera un funcionamiento inadecuado en ellos, los juegos no podrán ponerse a disposición del público, porque estos sistemas cuentan con sensores que indicarían al mismo, que alguno de ellos tiene un inconveniente y daría una alarma en el panel de operación donde desplegaría la zona y sección, es decir si existiera fallas en ellos, los juegos no funcionarían, como por ejemplo: fugas en las mangueras, falta de señales en los sensores, fugas en los cilindros, fallas

en el compresor, fallas en la bomba hidráulica, problemas en las barras de seguridad, cualquier situación anómala que suceda durante el proceso de operación. Se puede mencionar que además de los sistemas de seguridad con que cuentan los sistemas, estos también cuentan con un mecanismo de seguridad puramente mecánico que se acciona juntamente con los sistemas neumáticos e hidráulicos, pero si en caso contrario estos sistemas fallaran, estos mecanismos funcionarían sin tener necesidad que funcionen los sistemas.



## **6. IMPLEMENTACIÓN**

### **6.1. Programa de conservación para sistemas electroneumático y electrohidráulico**

La conservación para un sistema electroneumático y electrohidráulico, debe realizarse de acuerdo a las dos grandes ramas que este trabajo de graduación presenta, como lo son la preservación y el mantenimiento. En los anexos desde la página 84 encontrará un plan de conservación que va de la mano con el mantenimiento de cada uno de los sistemas, los cuales deben realizarse, diarios, semanales, trimestrales y anuales.

### **6.2. Documentación**

Es importante anotar toda información técnica de las máquinas tales como capacidad, voltaje, amperaje, revoluciones, cantidad de aceite, tipos de cojinetes, tipos de retenedores, etc., además de estos datos es importante realizar anotaciones de fallas para obtener información importante para la resolución de futuras fallas, como por ejemplo: saber cómo se resolvió, repuestos utilizados, herramientas utilizadas.

Esta información puede ser guardada en bitácoras, cuadernos, cuadro de fallas o fichas técnicas, puede ser en cualquier documento apropiado para las personas encargadas de las máquinas (técnicos), las anotaciones puedan escribirse en un documento formal después de haber ocurrido la falla.

Para realizar una documentación adecuada es importante anotar todos aquellos datos técnicos que puedan ayudar a comprender con mayor facilidad lo que ha sucedido, como por ejemplo cambios realizados, análisis que se han llevado a cabo, repuestos utilizados, tiempo que en el que se resolvió el problema, algunos otros datos que puedan indicar el estado de la máquina.

También es de suma importancia que las personas encargadas de transcribir esta información, tengan el conocimiento de lo que se quiere con esta información y puedan indicar con detalles técnicos (ejemplo en que sección del juego se realizó el trabajo, repuestos que se utilizaron, materiales que se utilizaron, diagramas e información que se utilizó). Dentro de los datos técnicos se pueden mencionar: sección del juego, número de válvula, número cilindro, número de sensor, tipo de válvula, tipo de sensor, etc, cualquier información que pueda ayudar.

### **6.3. Causas de sus fallas y su eliminación**

Existe una diversidad de causas por las cuales se producen fallas, para las cuales se puede mencionar las siguientes:

- Falta de conocimiento del personal encargado del mantenimiento: esto ocurre cuando se contrata a personal que no tiene experiencia en la industria, cuando se contrata a personal que no tiene las capacidades técnicas y conocimientos necesarios. Esto se puede resolver capacitando al personal (técnicos, supervisores, jefes y gerentes), teniendo los perfiles de cada puesto y proporcionando todo tipo de información necesaria, a los técnicos encargados del mantenimiento.

- Uso inadecuado de herramienta: esto sucede cuando no se cuenta con la herramienta necesaria y útil para cada mecanismo, ocurre cuando no se cuenta con herramienta para todos los colaboradores o técnicos, aunque también pasa cuando se cuenta con herramienta sofisticada, por no tener el conocimiento del uso apropiado de la misma. Esta situación puede ser resuelto adquiriendo herramienta específica para cada mecanismo y la necesaria para cada técnico, además de una capacitación adecuada del uso de las mismas.
- Repuestos y lubricantes que no cumplen los estándares de calidad: esto sucede cuando el personal encargado de las compras no tiene el conocimiento de los repuestos a comprar, y muchas veces toma en cuenta los precios y luego el técnico no tiene el conocimiento adecuado e instala el repuesto sin cumplir con los estándares técnicos de calidad del repuesto. Se resolvería con capacitar al personal involucrado en las compras y hacer del conocimiento del personal que todos los repuestos cuentan con una ficha técnica y que deben cumplir con los mismos estándares que el repuesto que se necesita.
- Cambios en los mecanismos: en ocasiones los técnicos encargados del mantenimiento toman decisiones de realizar cambios en los mecanismos, como por ejemplo: agregar o quitar piezas de los mismos, indicando que son o no necesarios. También se da el caso que por emergencias se colocan repuestos que pueden ayudar a salir de la emergencia y luego no se realizan los cambios pertinentes por uno igual al que se sustituyó durante la emergencia. Capacitar al personal y hacer de conocimiento que todo mecanismo fue diseñado, calculado y probado con las piezas necesarias para poder realizar la tarea que se le ha asignado y además, existen cálculos de ingeniería que lo hacen verídico, también hacer

conciencia que si hace alguna sustitución por emergencia, se debe de entender que fue una emergencia y posterior a ello debe sustituirse.

Estos son solo algunos ejemplos de causas de fallas y como deben resolverse, deben existir algunos otros tipos de fallas que deben ser analizados y anulados para una operación eficaz.

#### **6.4. Diagnóstico**

Es una operación que debe llevarse a cabo con herramienta sofisticada de calidad y adecuada, muchas veces depende de los resultados que se quieren obtener, para determinar cualquier situación y cuáles son las tendencias. Esta determinación se realiza con base en datos y hechos recogidos y ordenados sistemáticamente, que permiten juzgar mejor qué es lo que está pasando. Dentro del diagnóstico se puede incluir las siguientes herramientas: pistola para medir temperatura, decibelímetro, cámaras termograficas, análisis de vibraciones, análisis de aceites, ensayos no destructivos, etc, todos aquellos aparatos y análisis que indiquen el estado de las máquinas.

El diagnóstico sirve para poder obtener una conclusión del caso, y a la vez para poder plantear un plan de mantenimiento correctivo o preventivo y se pueda reparar el daño antes que sea crítico y puedan realizar más daños en la máquina, además de minimizar costos por mantenimiento y paro de producción o apertura al público en este caso en particular.

#### **6.5. Cómo evitar fallas en el sistema**

Para toda máquina es necesario llevar un control o plan de mantenimiento, y una vez elaborado uno debe darse el seguimiento necesario para evitar fallos,

es importante que el personal encargado de mantenimiento tenga el conocimiento necesario sobre lo que se desea realizar o el plan que se tiene para cada una de las máquinas, debido a que cada máquina requiere diferente tipo de mantenimiento, es importante capacitar al personal técnico periódicamente. Es necesario que el supervisor verifique que se cumplan los planes de mantenimiento, con los cambios de materiales necesarios (por ejemplo: en una caja reductora de debe cambiar, el aceite, cojinetes, retenedores y empaques), se realice de la manera correcta utilizando la herramienta adecuada.

## **6.6. Tipos de mantenimiento para componentes de sistemas electroneumático y electrohidráulicos**

Se describen los tipos de mantenimiento para componentes electroneumático y electrohidráulicos, para que se conserve el equipo y evitar fallas futuras.

### **6.6.1. Mantenimiento preventivo compresor**

Los compresores de aire sin importar su tamaño, diseño o modelo, requieren de un mantenimiento apropiado y periódico. La realización del mantenimiento de un compresor debe llevarse a cabo, de acuerdo a la cantidad de horas de funcionamiento y no por una fecha del calendario. En muchas ocasiones el fabricante comparte un manual e indica el mantenimiento que debe realizarse, de no contar con el manual y para este trabajo de graduación se puede mencionar el mantenimiento preventivo para un compresor de pistón.

Es importante realizar una ficha técnica para obtener toda la información necesaria en el equipo. Como por ejemplo: voltaje, amperaje, potencia del

motor, presión máxima, cfm, capacidad máxima del acumulador, dimensiones, peso, revoluciones o cualquier dato que se crea sea importante en la ficha.

El mantenimiento preventivo de un compresor de pistón debe realizarse diario, mensual, semestral y anual.

- Mantenimiento diario: puede definirse como un programa de revisión periódica visual, donde se puede realizar la purga del condensado del aire en el acumulador, revisar el nivel del aceite, revisar visualmente la faja, revisar los anclajes del equipo y fugas. Es importante también realizar algunas mediciones para el mantenimiento preventivo o predictivo, como lo son las mediciones de temperatura y mediciones de decibeles
- Mantenimiento mensual: el mantenimiento mensual se puede definir como un programa de verificación, estado de algunas piezas vitales del equipo y comprobación de datos como los siguientes realizar mediciones eléctricas del motor basado en los datos de la ficha técnica, revisar la tensión de la faja, limpieza de filtro de aire, limpieza de contactos del presostato y eliminar fugas si existieran.
- Mantenimientos semestral: este proceso requiere una revisión más profunda, como lo son las mediciones eléctricas y limpieza de algunas partes eléctricas del compresor, limpieza de filtro de aire, limpieza de contactos del presostato, mediciones eléctricas del motor, basados en los datos de la ficha técnica, revisión y reparación de fugas, limpieza de la válvula de alivio y análisis de aceite. Además, es importante realizar algunas otras mediciones para el mantenimiento preventivo o predictivo como lo son las mediciones de vibraciones y revisiones por medio de cámaras termográficas.

- **Mantenimiento anual:** es el proceso mediante el cual se realiza su mantenimiento preventivo, como los cambios correspondientes a las partes críticas de la máquina, entre los cuales se puede mencionar el cambio de aceite, cambio de cojinetes y retenedores del motor, cambio de faja, cambio de filtro de aire, verificación de apriete en pernos de anclaje, comprobación de funcionamiento de válvula de alivio, verificación de funcionamiento de regulador de caudal y manómetro, mediciones eléctricas en la máquina y pruebas de funcionamiento después de haber realizado los cambios.

#### **6.6.2. Mantenimiento predictivo de bomba hidráulica**

La vida de una bomba hidráulica depende del mantenimiento predictivo que se realice al fluido hidráulico que necesita que ser transporte, por lo que se puede decir que si se realizan los análisis correspondientes al fluido para conocer sus propiedades y condiciones en las cuales se encuentran, se puede garantizar un su vida útil, es necesario realizar la limpieza y cambios correspondientes a los filtros del sistema. Además, como recomendación el sistema no debe permanecer con el fluido hidráulico bajo del nivel, ya que con este se lubrica la bomba y se forzaría al ponerla en funcionamiento. Para este trabajo de graduación se hará mención a la bomba hidráulica de pistón. Es importante hacer de conocimiento que no es recomendable desarmar las bombas frecuentemente, debido a que ellas están diseñadas para realizar su trabajo en periodos grandes, o en caso contrario de haber algún problema, ya sea por fugas o ruidos extraños en ella, se debe realizar un programa de mantenimiento, la cual podría consistir en limpieza, cambio de sellos, cambio de cojinetes y pistones si fuere necesario.

### **6.6.3. Mantenimiento predictivo de lubricantes**

El mantenimiento predictivo para los lubricantes se basa en realizar análisis en los laboratorios certificados para realizarlo, con los cuales se puede obtener toda información necesaria de las condiciones en las cuales se encuentra, como por ejemplo: la cantidad de metales que pueda tener el lubricante, la cantidad de sustancias que contaminen el aceite, pueden obtenerse las propiedades actuales del aceite y compararse con las de la ficha técnica, cantidad de agua y pruebas específicas de la viscosidad a diferentes temperaturas. En el anexo de la página 83 encontrara un ejemplo. Este tipo de análisis debe realizarse semestralmente y anualmente o cuando se tengan dudas del lubricante.

### **6.6.4. Mantenimiento preventivo de electroválvulas**

Es importante contar con un mantenimiento preventivo a los elementos de mando de un sistema electroneumático y electrohidráulico, por ser un elemento importante dentro del sistema, para ello debe realizarse mantenimiento diario, mensual, semestral y anual.

- Mantenimiento diario: este debe realizarse como una inspección, para la cual debe realizarse la verificación de fugas, verificación de señales en las bobinas, verificación del accionamiento o permutación manual y verificar que no presente algún ruido o cambio extraño durante el funcionamiento.
- Mantenimiento mensual: para este caso debe realizarse limpieza en las bobinas eléctricas, mediciones eléctricas de las bobinas, revisión de los acoples rápidos o racores, verificación de salida de presión,



accionamiento o permutación manual y comprobación del buen funcionamiento.

- Mantenimiento semestral: durante este mantenimiento es recomendable iniciar con la limpieza y revisión interna de cada una de ellas, se debe limpiar, lubricar y cambiar sellos, mediciones de voltaje y continuidad en la bobina. Pruebas de funcionamiento de los sistemas.
- Mantenimiento anual: cada año se debe haber revisado, limpiado y reemplazado todas las partes que se dañen en una válvula neumática e hidráulica, como por ejemplo: sellos, silenciadores, bobinas y racores. Realizar las pruebas correspondientes del buen funcionamiento del juego.

#### **6.6.5. Mantenimiento preventivo de cilindros**

Los cilindros neumáticos e hidráulicos son muy importantes dentro de un sistema y para ello se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo para poder obtener la eficiencia deseada en estos elementos, las inspecciones deben realizarse diariamente y las reparaciones deben iniciarse anualmente o después de verificar si existe un falla en ellos.

Las revisiones deben realizarse diariamente, para verificar el buen funcionamiento y que no existan fugas en ellos, ya que en los sistemas hidráulicos se obtiene una considerable pérdida de aceite. Realizar las pruebas correspondientes del buen funcionamiento del juego.

Para los cilindros neumáticos debe realizarse el mantenimiento anual, realizando una limpieza dentro y fuera del cilindro, deben revisarse o en todo

caso cambiarse todo el kit de sellos del cilindro, luego debe aplicarse una lubricación minuciosa. Para los cilindros hidráulicos solo es necesario realizar mediciones de presión y verificar que no existan fugas, debido a que estos son diseñados para que su vida útil trabaje con un tiempo mayor al del cilindro neumático. Realizar las pruebas correspondientes del buen funcionamiento del juego.

#### **6.6.6. Mantenimiento preventivo de bobinas y sensores**

Las bobinas y los sensores son otros elementos importantes dentro de un sistema electroneumático y electrohidráulico, los sensores son los que indican al programa el recorrido de las góndolas y la seguridad de los visitantes en las góndolas, se puede decir que son los ojos de la atracción. Para el mantenimiento preventivo de estos componentes eléctricos es importante realizarlos diarios, semanales y mensuales y anuales.

- **Mantenimiento diario:** es importante mencionar que diariamente se debe revisar las señales que emiten los sensores, las cuales deben llegar al PLC, además de probar en varias ocasiones el buen funcionamiento del juego.
- **Mantenimiento semanal y mensual:** para este tipo se debe realizar las mediciones correspondientes en las bobinas y sensores, además de una limpieza con un desplazante de humedad. Realizar las pruebas correspondientes del buen funcionamiento del juego.
- **Mantenimiento anual:** en el mantenimiento anual se debe revisar todo el cableado de bobinas y sensores, además se debe realizar limpieza, mediciones de voltaje, amperaje y continuidad, y verificar algún

inconveniente en estas mediciones, realizar los cambios necesarios de cables, bobinas y sensores. Después de haber realizado las mediciones, limpieza y los cambios realizar suficientes pruebas de operación de los juegos electromecánicos.



## CONCLUSIONES

1. La conservación y el mantenimiento de equipos, infraestructuras, herramientas, maquinaria, sistemas electroneumáticos, etc. representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias, no solo para el empresario quien está invirtiendo, sino también a los técnicos encargados del mantenimiento a quien esta inversión (dinero y tiempo de trabajo) se le revertirá en mejoras, sino también en ahorro que representa tener a trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.
2. La conservación y los mantenimientos son armas importantes en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. También el mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo.
3. El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. El trabajador debe ser concientizado de mantener en buenas condiciones los equipos, herramienta, maquinarias, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.



## RECOMENDACIONES

1. Es necesario contar con un software en el Departamento de Operaciones y Mantenimiento, para hacer eficiente la búsqueda de información, ayudaría a tecnificar al departamento con las herramientas necesarias y adecuadas, además esto beneficiaría al Departamento de Operaciones y Mantenimiento a llevar un control de estadísticas propias de los planes de mantenimientos y planes de conservación.
2. Es importante capacitar constantemente al personal técnico de mantenimiento de los juegos, debido a que la tecnología y técnicas de conservación y mantenimiento se actualizan o mejoran constantemente, además esto beneficiaría a todos, como al empresario que busca reducir constantemente sus gastos y al empleado que busca minimizar los tiempos de trabajo y conocer constantemente su máquina.
3. Buscar con los Departamentos de Operaciones, Electricidad y Mecánica, mejoras en los planes de evacuaciones de emergencia de los juegos y llevarlos a la práctica, los que existen actualmente deben ser mejorados y se debe informar a todo el personal involucrado, debido a que actualmente el parque cuenta con personal de reciente ingreso.






## BIBLIOGRAFÍA

1. DUBRIN, Andrew J. *Fundamentos de administración*. 5a ed. México: International Thompson editores, 2000. 189 p.
2. FEIGENBAUM, Armand, V. *Control total de la calidad*. México: Compañía Editorial Continental, 1987. 987 p.
3. GONZÁLEZ, Alberto. *Administración de obras*. 2a ed. Guatemala: Mc-Graw Hill, 2004. 121 p.
4. GRANT, Eugene, L. *Control estadístico de calidad*. 2a ed. México: Continental, 2002. 708 p.
5. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1999. 403 p.
6. PRANDO, Raúl R. *Manual de Gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa, 1996. 223 p.



# ANEXOS



**Industrial Fluid Trending Analysis Report: Lubricants**

**Current Status for Sample 400192**

Account Mgr:	Distributor:	IRTRA/PETAPA
Equipment Id: UNIDADHEDRAGON	Contact: OSCAR GONON	NOT PROVIDED
Equipment Type: Nil	Serial Number:	
Equipment Mfg: -	Fluid Capacity:	
Equipment Model:	Project #: PLD-0000066012	Attr: Ronald Paz

**Sample Data**

Sample	Status	Date Sent/Id	Date Received	Date Drawn	Fluid Type	Unit Type	Product Sampled
400194	Not Applicable	09/12/2011	09/29/2011	09/29/2011	0	0	Exxon Nuto 68
400194	Not Applicable	11/14/2013	03/12/2013	03/13/2013	120	0	Shell Omala 460
400192	Not Applicable	03/04/2013	04/19/2013	04/23/2013	2.943	0	Exxon Nuto 68

**Spectrographic Analysis - PPM**

Sample	Fe	Cu	Ni	Al	Pb	Co	Sn	Si	Mn	B	Mo	P	Zn	Ca	Mg	Ba	Li	S
400194	W	++	++	1	-1	10	++	3	12	++	0	340	108	03	0	++	1	++
400194	W	++	++	1	-1	2	++	10	++	++	-1	300	9	4	++	++	3	++
400192	W	-1	++	++	1	5	1	1	++	++	1	200	444	98	2	++	1	++

**Physical Properties**

Sample	VG 40°C	VG 100°C	VI	Res. %	SOLUB
400194	64.0	8.8	100	<.05	0.1
400194	488.2	30.0	96	<.05	0.26
400192	65.4	8.1	94	<.05	0.1

**COMMENTS/RECOMMENDATIONS FOR SAMPLE 400192**

THE LUBRICANT SUBMITTED IS NOT A CASTROL INDUSTRIAL - PERFORMANCE FLUIDS PRODUCT. therefore, specific recommendations regarding serviceability cannot be made.

Castrol Industrial North America, Inc. 100 West Cummings Street, Suite 200, Houston, TX 77060, USA

This information is provided to assist the user in understanding their fluid analysis report. The interpretation and evaluation of the equipment used for testing is the property of the user and is not the responsibility of the institution providing the information provided. Castrol Industrial N.A. does not assume responsibility for claims of any kind whatsoever resulting from the use of these recommendations.

**CONTROL DIARIO PARA SISTEMAS ELECTRONEUMATICOS MECANICOS**

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

- a) Inspección de nivel de aceite del compresor.
- b) Inspección de faja del compresor.
- c) Inspecciones de ruidos extraños y fugas de aceite en el compresor.
- d) Inspección y purga de unidad de mantenimiento.
- e) Verificación de presiones en los manómetros del sistema.
- f) Pruebas de accionamiento de válvulas y cilindros.
- g) Drenado del acumulador de aire.
- h) Revisión de mangueras de aire
- i) Inspección de fugas en todo el sistema

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_

**CONTROL DIARIO PARA SISTEMAS ELECTRONEUMATICOS Y  
ELECTROHIDRAULICOS ELECTRICOS**

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

- a) Mediciones de voltaje y amperaje general en el panel eléctrico.
- b) Revisión visual de accionamiento de contactores en el panel eléctrico.
- c) Revisión general en cableado eléctrico.
- d) Revisión de pulsadores.
- e) Revisión de señales de sensores.
- f) Revisión de bobinas de accionamiento de válvulas y cilindros.
- g) Verificación de botón de emergencia en el panel de control.
- h) Realizar como mínimo 5 pruebas de funcionamiento correcto del sistema.

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_

**CONTROL SEMANAL PARA SISTEMAS ELECTRONEUMÁTICOS  
MECANICOS**

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

- a) Revisión de nivel de aceite, faja, guardas y anclajes de compresor.
- b) Revisión, purga y nivelación de aceite en unidad de mantenimiento.
- c) Revisión general del estado de las mangueras.
- d) Prueba de funcionamiento de unidad de mantenimiento.
- e) Mediciones de presiones en diferentes puntos.
- f) Pruebas de accionamiento de válvulas.
- g) Prueba de accionamiento de cilindros.
- h) Revisión de fugas en el sistema.

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_

**CONTROL SEMANAL PARA SISTEMAS ELECTRONEUMATICOS Y  
ELECTROHIDRAULICOS ELECTRICOS**

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

a) Limpieza y verificación de panel de operación.

b) Revisión de fusibles en general.

c) Mediciones de voltaje y amperaje en motores eléctricos generales.

d) Limpieza de bobinas de válvulas.

e) Limpieza y verificación de señales de sensores.

f) Inspección, revisión y cambio en iluminación general del juego.

g) Revisión de guarda-motores y contactores generales.

h) Revisión general de botones pulsadores.

i) Revisión del buen funcionamiento del botón de emergencia.

**OBSERVACIONES**

---

---

---

---

---

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_

**CONTROL DIARIO PARA SISTEMAS ELECTROHIDRAULICOS MECANICOS**

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

—

- a) Verificación de nivel de aceite.
- b) Inspección de fugas en el sistema.
- c) Verificación de presiones en manómetros.
- d) Inspección de ruidos extraños.
- e) Pruebas de accionamiento de válvula de emergencia o manuales.
- f) Revisión del cilindro principal.
- g) Revisión general de mangueras.
- h) Pruebas de funcionamiento del sistema.

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_



**CONTROL SEMANAL PARA SISTEMAS ELECTROHIDRAULICOS  
MECANICOS**

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

a) Revisión y cambio de mangueras dañadas.

b) Revisión general de fugas.

c) Revisión general de cilindro principal.

d) Verificación y nivelación de aceite del sistema.

e) Pruebas de accionamiento en sistema manual del juego.

f) Pruebas de accionamiento manual de válvulas del sistema.

g) Revisión de presión en diferentes puntos del sistema.

h) Pruebas de funcionamiento del sistema.

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_

**CONTROL TRIMESTRAL PARA SISTEMAS ELECTRONEUMATICOS  
MECANICOS**

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| a) Revisión de anclaje, faja y guardas del compresor.      | <input type="checkbox"/> |
| b) Revisión y nivelación de aceite del compresor.          | <input type="checkbox"/> |
| c) Revisión de aceite en unidad de mantenimiento.          | <input type="checkbox"/> |
| d) Revisión general y cambio de mangueras cristalizadas.   | <input type="checkbox"/> |
| e) Limpieza y lubricación de reguladores.                  | <input type="checkbox"/> |
| f) Limpieza y lubricación de válvulas.                     | <input type="checkbox"/> |
| g) Limpieza y lubricación de cilindros.                    | <input type="checkbox"/> |
| h) Mediciones de presión en diferentes puntos del sistema. | <input type="checkbox"/> |
| i) Limpieza y lubricación de presostatos.                  | <input type="checkbox"/> |
| j) Pruebas de funcionamiento del sistema.                  | <input type="checkbox"/> |

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_

**CONTROL TRIMESTRAL PARA SISTEMAS ELECTRONEUMATICOS Y  
ELECTROHIDRAULICOS ELECTRICOS**

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| a) Limpieza y mediciones de contactores en panel eléctrico.           | <input type="checkbox"/> |
| b) Revisión y Mediciones de fusibles generales.                       | <input type="checkbox"/> |
| c) Revisión y mediciones de cables de señales.                        | <input type="checkbox"/> |
| d) Limpieza y verificación de señales en sensores.                    | <input type="checkbox"/> |
| e) Mediciones de voltaje y amperaje de motores eléctricos en general. | <input type="checkbox"/> |
| f) Limpieza de bobinas de accionamiento a electroválvulas.            | <input type="checkbox"/> |
| g) Mediciones de botones pulsadores en general.                       | <input type="checkbox"/> |
| h) Mediciones y verificación de guarda motores y motores eléctricos.  | <input type="checkbox"/> |
| i) Revisiones generales de cableado eléctrico (señales y potencia).   | <input type="checkbox"/> |
| j) Pruebas del sistema  | <input type="checkbox"/> |

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_

**CONTROL TRIMESTRAL PARA SISTEMAS ELECTROHIDRAULICOS  
MECANICOS**

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

- a) Revisión y nivelación de aceite del sistema.
- b) Revisión general de mangueras.
- c) Revisión general de fugas en el sistema.
- d) Mediciones de presión en diferentes puntos del sistema.
- e) Revisión y limpieza de flote de nivel en tanque.
- f) Revisión y comprobación de funcionamiento de llaves manuales   
de paso.
- g) Pruebas de funcionamiento manual de electroválvulas.
- h) Inicio de revisiones y mantenimiento a electroválvulas.
- i) Limpieza general en el sistema (suciedad).
- j) Pruebas de funcionamiento del sistema.

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_

**CONTROL ANUAL PARA SISTEMAS ELECTRONEUMATICOS MECANICOS**

FECHA\_\_\_\_\_ HORA\_\_\_\_\_

NOMBRE\_\_\_\_\_ FIRMA\_\_\_\_\_

- a) Mantenimiento preventivo de compresor, cambio de faja y aceite.
- b) Nivelar aceite en unidad de mantenimiento.
- c) Mantenimiento preventivo de mangueras en mal estado.
- d) Mantenimiento preventivo a reguladores (limpieza, lubricación y cambio de sellos).
- e) Mantenimiento preventivo a electroválvulas (limpieza, lubricación y cambio de sellos).
- f) Mantenimiento preventivo a cilindros (limpieza, lubricación y cambio de sellos).
- g) Mediciones de presión en diferentes puntos del sistema (comprobación de presiones).
- h) Mantenimiento preventivo general de acoples rápidos o racores.
- i) Revisión general de fugas en todo el sistema.
- j) Pruebas de funcionamiento del sistema.

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_

**CONTROL ANUAL PARA SISTEMAS ELECTRONEUMATICOS Y  
ELECTROHIDRAULICOS ELECTRICOS**

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

- a) Mantenimiento preventivo de contactores (limpieza y cambio de contactos dañados)
- b) Mantenimiento preventivo a motores eléctricos del sistema (limpieza, mediciones respectivas, cambio de cojinetes, barnizado de bobinas)
- c) Mantenimiento preventivo a cables en general (cables gastados, cristalizados, con problemas de pérdidas de señales o potencia).
- d) Mantenimiento preventivo a tarjetas electrónicas del panel de potencia (limpieza y mediciones generales)
- e) Mantenimiento preventivo a sensores (limpieza y mediciones respectivas).
- f) Mantenimiento preventivo a panel de operación (revisión de pulsadores, pantalla, botón de emergencia y swich de encendido o procedimiento manual)
- g) Mantenimiento preventivo a variador de frecuencia (limpieza y verificación de parámetros).
- h) Realizar suficientes pruebas para verificar funcionamiento adecuado.

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_

## CONTROL ANUAL PARA SISTEMAS ELECTROHIDRAULICOS MECANICOS

FECHA \_\_\_\_\_ HORA \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

- a) Realizar análisis del estado del aceite.
- b) Revisar nivel de aceite y llenar si es necesario.
- c) Mantenimiento preventivo a electroválvulas (limpieza y cambio de sellos si es necesario)
- d) Mantenimiento preventivo a mangueras (revisión y cambio de aquellas que se encuentran en mal estado).
- e) Mantenimiento preventivo de filtros (limpieza con agua y jabón o cambio si es necesario, esto depende de lo que diga el fabricante, respecto a su vida útil).
- f) Mantenimiento preventivo a tapón de relleno (limpieza y revisión).
- g) Mediciones de presión en diferentes puntos del sistema.
- h) Verificación de fugas en el sistema.
- i) Pruebas de funcionamiento del sistema.

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del Supervisor \_\_\_\_\_