



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

## **GUÍA PARA LOS CURSOS DE PRÁCTICAS INICIALES E INTERMEDIAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**All Kenneth Cueto Lopez**

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez

Guatemala, mayo de 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA PARA LOS CURSOS DE PRÁCTICAS INICIALES E  
INTERMEDIAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ALL KENNETH CUETO LOPEZ**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO FIGUEROA VÁSQUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, MAYO DE 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elva Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzón
EXAMINADOR	Ing. Raúl Izaguirre
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas



## 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:

### **GUÍA PARA LOS CURSOS DE PRÁCTICAS INICIALES E INTERMEDIAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha noviembre de 2012.



All Kenneth Cueto Lopez







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

Ing. Julio Cesar Campos Paiz  
Director de la escuela de Ingeniería Mecánica

Por este medio hago constar que yo, Carlos Humberto Figueroa Vásquez, ingeniero mecánico activo y colegiado con el número de identificación profesional No. 2984 asesoré la tesis titulada GUÍA PARA LOS CURSOS DE PRÁCTICAS INICIALES E INTERMEDIAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA, realizada por el estudiante ALL KENNETH CUETO LOPEZ quien se identifica con el número de carnet 2003 – 12407, siendo este realizado satisfactoriamente. Sin más que agradecer su atención me despido.

Atentamente,

Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez

Colegiado No. 2984

Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez  
Colegiado No. 2984



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Coordinador del Área Complementaria, de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado **GUÍA PARA LOS CURSOS DE PRÁCTICAS INICIALES E INTERMEDIAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA** del estudiante **All Kenneth Cueto López**, recomienda su aprobación.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Coordinador de Área

Guatemala, octubre de 2012 .

/behdei.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria al Trabajo de Graduación titulado **GUÍA PARA LOS CURSOS DE PRÁCTICAS INICIALES E INTERMEDIAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**, del estudiante **All Kenneth Cueto López**, procede a la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Julio C. Campos Paiz'.

Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**



Guatemala, abril de 2013

JCCP/behdei





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: **GUÍA PARA LOS CURSOS DE PRÁCTICAS INICIALES E INTERMEDIAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**, presentado por el estudiante universitario: **All Kenneth Cueto López**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, mayo de 2013



/cc





## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida y permitirme aprender.
<b>Mi madre</b>	Sonia Estela López Estraube, por ser siempre mi fortaleza de vida.
<b>Mi padre</b>	Alan Rafael Cueto Recinos, por darme las herramientas para triunfar en la vida.
<b>Mis hermanos</b>	Alan Rafael y Mónica Gabriela Cueto López, por ser parte fundamental de mi vida en cada etapa de ella.
<b>Mi familia</b>	Carmen Straube, Lourdes López, Felicito Trigueros, Orieta López, Julio Montenegro, hijos y nietos, por ser mis aliados en todos los momentos de mi vida.
<b>Mis amigos</b>	Quienes me acompañaron durante los estudios, en mis proyectos de vida y en el deporte.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez, quien generosamente compartió su conocimiento y experiencia en este trabajo.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. FORMACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA .....	1
1.1. Reseña histórica .....	1
1.2. Visión y misión.....	4
1.3. Objetivos.....	4
1.4. Áreas de estudio.....	5
1.4.1. Área de Diseño.....	5
1.4.2. Área Térmica.....	5
1.4.3. Área de Materiales .....	6
1.4.4. Área Complementaria.....	6
1.5. Perfil del egresado.....	7
1.6. Campo de acción del egresado .....	9
1.7. Área de Diseño .....	9
1.7.1. Cursos de Área de Diseño .....	9
1.7.2. Objetivos .....	10
1.7.3. Análisis FODA.....	11
1.7.3.1. Factores internos.....	11
1.7.3.2. Factores externos.....	13
1.8. Enseñanza del curso Prácticas Iniciales en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. ....	14

1.8.1.	Programa actual del contenido del curso .....	14
1.8.1.1.	Práctica 1. Conocimiento de elementos mecánicos.....	15
1.8.1.2.	Práctica 2. Electricidad básica .....	15
1.8.1.3.	Práctica 3. Mecánica de banco .....	15
1.8.1.4.	Práctica 4. Soldadura eléctrica y oxiacetilénica .....	16
1.8.2.	Metodología actual del desarrollo del curso.....	16
1.8.2.1.	Metodología del curso.....	18
1.8.3.	Evaluación del curso .....	20
1.9.	Enseñanza del curso Prácticas Intermedias en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	20
1.9.1.	Programa actual del contenido del curso .....	20
1.9.1.1.	Práctica 1. Sistema de generación y distribución de vapor.....	21
1.9.1.2.	Práctica 2. Operación y mantenimiento de equipos de Aire Acondicionado.....	21
1.9.1.3.	Práctica 3. Mantenimiento de equipo mecánico industrial de hospitales .....	21
1.9.1.4.	Práctica 4. Inyección electrónica de motores de combustión interna.....	22
1.9.2.	Metodología actual del desarrollo del curso.....	22
1.9.2.1.	Metodología del curso.....	24
1.9.3.	Evaluación del curso .....	25
2.	MARCO TEÓRICO .....	27
2.1.	Conceptos para las prácticas iniciales.....	27
2.1.1.	Conocimiento de elementos mecánicos.....	27
2.1.1.1.	Engranajes.....	27

2.1.1.2.	Cojinetes .....	31
2.1.1.3.	Transmisión de potencia .....	33
2.1.1.4.	Bandas .....	34
2.1.1.5.	Motores de combustión interna y sus componentes.....	34
2.1.1.6.	Caldera y sus componentes.....	36
2.1.1.7.	Componentes de redes de un sistema de refrigeración y aire acondicionado.....	38
2.1.2.	Electricidad básica .....	39
2.1.2.1.	Alambres y sus calibres .....	39
2.1.2.2.	Definición y tipos de empalmes.....	40
2.1.2.3.	Interruptores.....	41
2.1.2.4.	Tomas de corriente .....	43
2.1.2.5.	Mediciones de voltaje y amperaje .....	44
2.1.3.	Mecánica de banco .....	45
2.1.3.1.	Mediciones de longitud, cinta métrica, vernier, micrómetros para interiores y exteriores.....	46
2.1.3.2.	Limas, seguetas, brocas, cinceles.....	49
2.1.3.3.	Torno y cepillo.....	54
2.2.	Conceptos para las prácticas intermedias .....	61
2.2.1.	Sistema de generación y distribución de vapor .....	62
2.2.1.1.	Operación de generadores de vapor.....	64
2.2.1.2.	Mantenimiento de generadores de vapor....	65
2.2.1.3.	Sistemas de distribución de vapor.....	67
2.2.1.4.	Válvulas, trampas de vapor, reguladores de presión.....	67
2.2.2.	Inyección electrónica en motor de combustión interna.....	70

3.	PREPARACIÓN DEL MANUAL PARA PRÁCTICAS INICIALES.....	75
3.1.	Metodología del contenido de cada práctica .....	75
3.2.	Preparación de la práctica No. 1: herramientas y mediciones.....	76
3.3.	Preparación de la práctica No. 2: mecánica en banco .....	79
3.4.	Preparación de la práctica No. 3: soldadura eléctrica .....	82
3.5.	Preparación de la práctica No. 4: soldadura oxiacetilénica .....	85
4.	PREPARACIÓN DEL MANUAL PRÁCTICO PARA PRÁCTICAS INTERMEDIAS .....	89
4.1.	Preparación de la práctica No.1: arranque y apagado correcto de una caldera.....	89
4.2.	Preparación de la práctica No. 2: verificación del estado de la columna de agua y realización de una prueba hidrostática en calderas piro tubulares de 4 pasos.....	108
4.3.	Preparación de la práctica No. 3: desarmado y armado de un motor de gasolina .....	111
4.4.	Preparación de la práctica No. 4: armado de motor diesel y comparación con el motor gasolina .....	114
5.	POSIBLE IMPLEMENTACIÓN .....	119
5.1.	Número de prácticas y ponderación .....	119
5.2.	Duración sugerida de prácticas .....	120
5.3.	Cronogramas de actividades.....	121
5.4.	Recursos necesarios .....	121
5.4.1.	Equipo.....	121
5.4.2.	Instalaciones .....	121
5.4.3.	Personal docente .....	122
5.5.	Recursos disponibles .....	122
5.6.	Presentación de reportes científicos.....	123

5.6.1.	Importancia de presentar un reporte científico .....	123
5.6.2.	Contenido sugerido de un reporte científico .....	124
5.6.2.1.	Introducción.....	124
5.6.2.2.	Objetivos .....	124
5.6.2.3.	Hipótesis.....	125
5.6.2.4.	Marco Teórico .....	125
5.6.2.5.	Desarrollo experimental .....	126
5.6.2.6.	Resultados .....	126
5.6.2.7.	Conclusiones.....	126
5.6.2.8.	Fuentes de consulta .....	127
CONCLUSIONES .....		129
RECOMENDACIONES.....		131
BIBLIOGRAFÍA.....		133





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Flujo de aire secundario o de combustión ..... 91

## TABLAS

- I. Cables de cobre a 25 C ..... 40  
II. Múltiplos y submúltiplos del metro ..... 47



## **GLOSARIO**

- Chaveteros** Son ranuras mecanizadas axialmente en superficies de arboles (ejes) o agujeros con fin de asegurar una transmisión de giro, fuerza y potencia, en dichos chaveteros van las chavetas que son elementos de máquinas que hacen la unión entre el árbol y el cubo (superficie del agujero). Según ISO, se fabrican de acero con una resistencia de tracción de 70 a 80 kp/mm<sup>2</sup>.
- Epicicloidales** Es un sistema de engranajes (o tren de engranajes) consistente en uno o mas engranajes externos o planetas que rotan sobre un engranaje central o sol. Típicamente, los planetas se montan sobre un brazo móvil o porta planetas que a su vez rota en relación al sol.
- Hipoidales** Los engranajes hipoidales estos proveen un funcionamiento suave y silencioso, pero necesitan de un lubricante con alta capacidad para soportar cargas, ya que el deslizamiento entre sus dientes durante la rodadura es más severo que en cualquier otro tipo de engranajes.

**Hipoide**

Para ejes que se cruzan, generalmente en ángulo recto, empleados principalmente en el puente trasero del automóvil y cuya situación de ejes permite la colocación de cojinetes en ambos lados del piñón. Parecidos a los cónicos helicoidales, se diferencian en que el piñón de ataque está descentrado con respecto al eje.

**Manifull**

Sistema encargado que suministrar la cantidad de combustible adecuado a la cámara de combustión, con señales electrónicas de los sensores, que vienen desde los mismos sensores, almacenados y procesados por la ECU del vehículo hacia el cuerpo de admisión, logrando una señal para el inyector puede dosificar la cantidad adecuada según los requerimientos del motor, para lograr una mezcla en relación aire combustible de 14.7:1.

**Moleteadores**

Se usa en tornería, para hacer el moleteado de piezas. Es decir que, se le genera a la pieza una rugosidad con la forma del patrón del moleteador, que permite agarrar la misma con facilidad.

**Sistema minisplit**

Consta de dos unidades: la unidad interior y la unidad exterior. La unidad interior es la unidad que va dentro del cuarto a acondicionar, la más común en los hogares es la que instala en la parte alta de una pared por lo que se le conoce como *high wall* (muro alto). La unidad exterior o unidad condensadora es la parte del Minisplit que, como su nombre lo indica, va en el exterior, ya sea en un patio o azotea.

**Super split**

Están formados por dos unidades, una externa y otra interna, enlazadas entre sí a través de tubos de cobre.



## RESUMEN

La realización de un laboratorio está constituida por varios elementos, los cuales deben seguirse para optimizar la enseñanza y el aprendizaje de los que reciben el laboratorio. Las prácticas deben ser eficientes y para ello se deben tomar en cuenta los factores que constituyen a su mejoramiento. Para que sea de calidad, se necesita de una guía, tener tecnología reciente en lo que respecta a las herramientas, maquinaria, equipo, documentación y preparación.

Otro aspecto importante es tener un área organizada que forme las instalaciones del EFPEM, para obtener el espacio suficiente en la realización de las prácticas.

Para realizar un buen laboratorio se deben tomar en cuenta varios elementos descritos a lo largo del presente trabajo.

La superación y el aprendizaje inician desde el momento que se asigna la práctica correspondiente, etapa por etapa hasta que se finaliza. Posteriormente, se debe evaluar al estudiante para determinar la satisfacción del aprendizaje y así poder corregir los aspectos negativos.

La ubicación, instalación y herramientas, se deben tomar en cuenta para la realización de las prácticas. Por último, para realizar esta guía se hizo necesario implementar una serie de prácticas, basadas en una encuesta, por medio de la cual se determinaron los aspectos negativos y positivos del funcionamiento del laboratorio.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Efectuar una guía práctica para los cursos de Prácticas Intermedias y Prácticas Iniciales de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

### **Específicos**

1. Estudiar las normativas de la carrera de Ingeniería Mecánica.
2. Enseñar el buen uso del instrumental mecánico.
3. Instruir a los estudiantes en normas de seguridad industrial.
4. Fortalecer la formación profesional de los estudiantes.
5. Contener en un manual de prácticas, toda la información teórico-práctica necesaria para los cursos de práctica inicial e intermedia.



## INTRODUCCIÓN

Los cursos impartidos de Prácticas Iniciales y Prácticas Intermedias en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, no profundizan en contenidos teóricos-prácticos, muchas veces por falta de equipo, aunado a la falta de un manual de prácticas que guíe al instructor a aprovechar al máximo los recursos disponibles en los temas de soldadura, calderas, motores de combustión interna y en general, en el uso de los recursos con los que cuenta el Departamento de Mecánica. Esto adicionado a limitaciones de tiempo, carencia de un laboratorio con su respectivo equipo y no contar con información detallada, recopilada y accesible para el estudiante de la Facultad de Ingeniería.

Ante un mundo globalizado, dentro del cual se hace imprescindible la mano de obra calificada y especializada en diferentes áreas, es necesario que los futuros profesionales cuenten con material de apoyo práctico y accesible para profundizar en determinados temas y poder solucionar los diversos problemas cotidianos que se presentan en el desarrollo de sus actividades laborales.

También resulta indispensable, porque además de servir como material de apoyo en las prácticas de laboratorio, servirá como punto de partida para el conocimiento teórico que se les impartirá posteriormente en los distintos cursos de la carrera.



# **1. FORMACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

A continuación se muestran las generalidades de la historia de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## **1.1. Reseña histórica**

La Ingeniería Mecánica es una de las carreras que ha ofrecido la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el año 1968, como oportunidad de estudios superiores en la República de Guatemala.

La Escuela de Ingeniería Mecánica tiene una historia relativamente reciente como tal, debido a que en los inicios, la carrera era administrada por la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Nació como independiente en octubre de 1986 al separarse de la escuela mencionada, por resolución de Junta Directiva a petición de estudiantes y catedráticos de aquella época, siendo el principal visionario el coordinador de la carrera de aquel entonces, el Ing. Jorge Raúl Soto Obediente y los estudiantes Rigoberto Fong, Leonel Ramírez, Sergio Castro entre otros.

Esta separación fue necesaria dada la necesidad de desarrollar una rama de la ingeniería en forma separada, siendo la primera carrera en contar con un área exclusiva para que los catedráticos desarrollaran sus actividades y atendieran a los estudiantes, ya que esto no era posible, realizarlo de buena manera.

Se diseñó un modelo de organización que permitiera desarrollar las funciones administrativo-docentes con las limitaciones presupuestarias del momento y se solicitó la infraestructura mínima de oficinas para dar cabida al personal de la carrera. De esta manera en 1987, teniendo como coordinador de la carrera al Ing. Jorge Raúl Soto Obediente, entro a funcionar con personal administrativo y docente en forma efectiva la carrera de Ingeniería Mecánica, considerando poner en marcha proyectos para alcanzar la excelencia académica, localizando su sede en el edificio T-7 del complejo de la Facultad de Ingeniería, que en aquel entonces era área de bodegas que utilizaba la facultad, existiendo ya los laboratorios de Procesos de Manufactura I y II, Metalurgia y Metalografía y Motores de Combustión Interna, los cuales se desarrollaban en un ambiente inadecuado.

Estaba administrada por la coordinación de la carrera, quien conformaba el pensum de estudios y presupuesto con aprobación de Junta Directiva de aquella época. Se instauró el Juramento del Ingeniero Mecánico que formaba parte de las ceremonias de graduación de esa época. Un primer intento de organización se hizo en 1990, siendo el coordinador el Ing. Carlos Leonel Hurtarte Castro, al dividir la carrera en Área Térmica, Área No Térmica y Laboratorios. Se introduce al pensum de estudios los cursos de Mantenimiento de Hospitales y se inicia el programa de prácticas.

Fue hasta en 1991, siendo el coordinador el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma, que la carrera de Ingeniería Mecánica se divide en las áreas de: Térmica, Diseño, Materiales de Ingeniería, Complementaria, Laboratorios, y las coordinaciones de exámenes generales, públicos y privados. Se convierte en la primera carrera en contar con un reglamento de exámenes privados y la única con una línea de teléfono directo, compartido en ese entonces con el Departamento de Mantenimiento de la facultad. En aquel entonces, la carrera

realizaba todas las funciones administrativo-docentes de una escuela no facultativa como las otras de la Facultad de Ingeniería.

Durante abril de 2003, el Ing. Arturo Estrada Martínez, coordinador de la carrera de Ingeniería Mecánica y los miembros del consejo de la mencionada escuela, solicitan a Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería el plan de desarrollo de dicha carrera, a efecto de que la misma sea elevada a categoría de Escuela.

En respuesta a esta solicitud, en mayo de 2003 la Junta Directiva de la facultad, resuelve lo siguiente: después de haber analizado la propuesta y la presentación antes mencionada, Junta Directiva acuerda:

- Que dadas las limitaciones presupuestarias que prevalecen en la Facultad de Ingeniería, se solicita al Ing. Estrada Martínez el efectuar un análisis del presupuesto asignado a dicha carrera, a efecto de que el mismo sea optimizado. Un proyecto para ser sometido a consideración de este organismo y posteriormente al Honorable Consejo Superior Universitario, que contemple la utilización de laboratorios bajo el régimen de auto sostenibilidad.
- Aprobar el cambio de carrera de Ingeniería Mecánica por el de Escuela de Ingeniería Mecánica. Siendo así como la Escuela de Ingeniería Mecánica llegó a lograr esta categoría y así es como actualmente funciona.

## **1.2. Visión y misión**

A continuación se presentan la misión y visión de la Escuela.

- **Misión**

“Formar ingenieros mecánicos que, a través de la aplicación de la ciencia y tecnología, conscientes de la realidad nacional y comprometida con la sociedad, sean capaces de generar y adaptarse a los desafíos del desarrollo Nacional y retos del contexto global”.

- **Visión**

“Somos una institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional, formando profesionales en el área de diseño de máquinas, materiales de ingeniería, termodinámica y complementaria, con sólidos conceptos científicos, éticos y sociales, fundamentados en los procesos innovadores orientados hacia la excelencia”.

## **1.3. Objetivos**

- “Formar adecuadamente, los recursos humanos dentro del campo científico y tecnológico de la Ingeniería Mecánica, para contribuir al fortalecimiento y desarrollo de Guatemala”.

- “Que el estudiante de la carrera de ingeniería mecánica adquiera, a través de su paso por la facultad de ingeniería, una mentalidad abierta a cualquier cambio y adaptación futura, para que como profesional posea la capacidad de auto educarse”.



- “Evaluar los planes y programas de estudio de la carrera de Ingeniería Mecánica a efecto de introducirle las mejoras con los avances de la ciencia, la tecnología y las necesidades del país”.

#### **1.4. Áreas de estudio**

Cuatro áreas principales son las que se manejan en la Escuela de Mecánica y son las siguientes.

##### **1.4.1. Área de Diseño**

Área de la ingeniería donde se aplican conocimientos científicos a la invención, utilización o perfeccionamiento de elementos básicos de un objeto o estructura con el fin de mejorar su utilidad.

En esta área se incluyen los cursos de:

- Diseño de Máquinas 1
- Diseño de Máquinas 2
- Diseño de Máquinas 3
- Mecanismos
- Vibraciones

##### **1.4.2. Área Térmica**

Rama de la ingeniería que estudia los efectos de los cambios de la temperatura, presión y volumen de los sistemas físicos, la circulación de la energía y cómo la energía genera trabajo. En esta área se imparten los cursos:

- Termodinámica 1
- Termodinámica 2
- Refrigeración y Aire Acondicionado
- Motores de Combustión Interna
- Plantas de Vapor

#### **1.4.3. Área de Materiales**

Área que se dedica al estudio de la obtención, adecuación y transformación de materiales para diversos usos en la ingeniería. En esta área se incluyen los cursos de:

- Metalurgia y Metalografía
- Ciencia de los Materiales
- Procesos de Manufactura 1
- Procesos de Manufactura 2

#### **1.4.4. Área Complementaria**

Área dedicada a los conocimientos complementarios para desarrollar, mantener, instalar y manejar equipo relacionado con la Ingeniería Mecánica. En esta área se incluyen los cursos de:

- Instrumentación Mecánica
- Instalaciones Mecánicas
- Montaje y Mantenimiento de Equipo
- Dibujo Técnico Mecánico
- Mantenimiento de Hospitales 1
- Mantenimiento de Hospitales 2

- Mantenimiento de Hospitales 3

### 1.5. Perfil del egresado

Esta es la descripción del egresado:

- Deberá conocer las ciencias básicas de: Matemática, Física Química, Administración de los Recursos Humanos, Informática, Protección del Ambiente, Ahorro de energía, Geografía, Economía, Sociología de Guatemala, idiomas.
- Deberá conocer las ciencias de la ingeniería: mecánica de los fluidos, hidráulica, propiedades de los materiales, principios de electricidad, resistencia de los materiales, principios de termodinámica, dinámica de las vibraciones, sistemas de mantenimiento, principios de lubricación, principios de diseño de máquinas, principios que rigen el funcionamiento de motores de combustión interna, sistemas de aire comprimido, controles electrónicos y neumáticos, procesos de manufactura, aire acondicionado, refrigeración, metalurgia, mantenimiento de hospitales, legislación ambiental para máquinas térmicas.
- El ingeniero mecánico con base en los conocimientos adquiridos sea capaz de:
  - Planificar y supervisar la instalación y seleccionar materiales y equipo de:
    - Instalaciones hidráulicas y máquinas hidráulicas: tuberías,

- accesorios, bombas, etc.
  - Instalaciones térmicas: calderas, tubería de conducción de vapor e instalación de accesorios.
  - Instalación de máquinas de combustión interna
  - Máquinas para procesos de metal-mecánica.
  - Instalación de aire comprimido: selección de componentes e instalación de tuberías.
- Deberá tener conocimientos de:
    - Diseño de elementos de máquinas, mecanismos, instrumentación industrial y dibujo mecánico.
    - Hacer procedimientos de fabricación.
    - Organizar sistemas de mantenimiento, determinar la cantidad de personal, cantidad de materiales, herramienta y equipo.

El ingeniero mecánico deberá conocer los alcances de su gestión para con su gremio y la sociedad a la que pertenece a través de los principios de ética profesional, observar conductas acordes con la moral, así como a disciplinarse en cuanto a actitudes de responsabilidad, auto aprendizaje para su actualización permanente.

Deberá desarrollar actitudes de creatividad, imaginación, trabajo en grupo y liderazgo.

## **1.6. Campo de acción del egresado**

El campo del ingeniero mecánico comprende la ciencia y el arte de la generación, transmisión y utilización del calor y de la energía mecánica; así como el diseño y la producción de herramientas, máquinas y los productos de éstas; proyecta diversos tipos de motores, máquinas, vehículos y otros productos para la industria mecánica; prepara y vigila su fabricación, montaje, funcionamiento y reparación; planifica y diseña sistemas mecánicos para la producción y propósitos generales.

## **1.7. Área de Diseño**

El Área de Diseño está compuesta de cinco cursos, estos son obligatorios para los estudiantes de Ingeniería Mecánica y algunos de estos cursos son opcionales para las carreras combinadas de Ingeniería Mecánica-Industrial e Ingeniería Mecánica-Eléctrica.

### **1.7.1. Cursos de Área de Diseño**

- Diseño de Máquinas 1

Es una introducción al diseño en la ingeniería mecánica, en él se estudian las partes involucradas en el diseño mecánico, así como las resistencias de los diferentes materiales.

- Diseño de Máquinas 2

Curso dirigido a estudiantes de Ingeniería Mecánica siendo la aplicación de lo que es el diseño en ingeniería mecánica, pues se estudia en él; tornillos, soldaduras, transmisiones, correas, frenos y embragues.

- Diseño de Máquinas 3

Curso en el cual se estudian los conceptos básicos sobre lubricación y la aplicación en diferentes mecanismos, el diseño y selección de engranes según las cargas aplicadas en ellos.

- Mecanismos

Curso dirigido a estudiantes de ingeniería mecánica que abarca la cinemática de algunos mecanismos que forman parte de máquinas.

- Vibraciones

Estudio de la teoría de vibraciones y la aplicación a problemas de Ingeniería. Técnicas analíticas, numéricas y experimentales aplicadas a sistemas con uno y más grados de libertad.

### **1.7.2. Objetivos**

- Proporcionar la preparación técnica y teórica para que el profesional de la ingeniería, tenga los criterios suficientes para la planeación inicial y poder seleccionar, de acuerdo a las cargas y tipos de elementos, la solución más adecuada.

- Que el estudiante aprenda los conceptos básicos y criterios de diseño y selección de elementos de máquinas que le permitan aplicarlos.
- Que el futuro profesional pueda identificar problemas en maquinaria y estructuras, corrigiendo las fallas encontradas, haciendo uso de las técnicas adquiridas.

### **1.7.3. Análisis FODA**

El análisis FODA es una de las herramientas esenciales para el proceso de planeación estratégica, proporcionando la información necesaria para la implantación de acciones y medidas correctivas.

La técnica FODA se orienta, principalmente al análisis, se lleva a cabo para identificar y analizar las fortalezas y debilidades de la organización (factores internos), así como las oportunidades y amenazas (factores externos).

A continuación se enumera las fortalezas, debilidades, oportunidades, y amenazas del Área de Diseño de la Escuela de Ingeniería Mecánica.

#### **1.7.3.1. Factores internos**

Son actividades propias del área, constituyendo acciones fuertes y débiles, que en conjunto diagnostican la situación en la que se encuentra.

- Fortalezas

Una fortaleza se define como un factor consistente en cuanto a la estructura o simplemente una actividad en que el área de diseño realiza en forma correcta, colocándola en una situación considerada como fortaleza.

- F1. Catedráticos con experiencia: se cuenta con un grupo de catedráticos, ya establecidos y con experiencia docente.
- F2. Cursos vitales: es un grupo de cursos de vital importancia en el área profesional.
- F3. Contenido adecuado: el contenido y conocimiento teórico es el adecuado.

- Debilidades

Una debilidad se define como un factor considerado vulnerable en cuanto a la estructura o simplemente una actividad en que la escuela realiza en forma deficiente, colocándola en una situación considerada débil.

- D1. Poca comunicación: existe poca comunicación entre el grupo de catedráticos y coordinador que conforma esta área, así como entre el coordinador de esta universidad con coordinadores de otras universidades.
- D2. Falta de presupuesto: no hay disposición económica para desarrollar proyectos de diseño.
- D3. Falta de capacitación: falta de oportunidades de capacitación y actualización para los catedráticos.



### **1.7.3.2. Factores externos**

Son acciones externas que en conjunto hacen al entorno del área de diseño, adquiriendo beneficios o desventajas y sobre las cuales la Escuela no tiene la capacidad para modificarlas.

- Oportunidades

Las oportunidades constituyen aquellas fuerzas de carácter externo no controlables por el área, pero que representan elementos de crecimiento.

- O1. Nuevas tecnologías: en el mercado surgen nuevas tecnologías que desarrollan el diseño en ingeniería, como paquetes de Software para diseño mecánico.
- O2. Cursos de actualización: mantener en actualización constante a los catedráticos de esta área, con base en el avance regional y global a través de talleres, congresos o cursos relacionados con el contenido de los cursos.
- O3. Convenios: crear convenios con empresas para desarrollar investigación y diseño.

- Amenazas

Las amenazas representan la suma de las fuerzas ambientales no controlables por la Escuela, y que representan fuerzas o aspectos negativos y problemas potenciales.

- A1. Profesionales con experiencia: el desarrollo del mercado exige profesionales con experiencia práctica.

- A2. Velocidad de crecimiento: el ritmo de crecimiento externo (ámbito laboral) es mayor que el ritmo interno (ámbito académico).

## **1.8. Enseñanza del curso Prácticas Iniciales en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.**

Actualmente se imparte el curso de Prácticas Iniciales en las cuales se presentan los primeros términos relacionados al vocabulario específico de la carrera, dando inicio con las primeras aproximaciones de los estudiantes a los equipos y terminología relacionada con los temas de conocimiento de elementos mecánicos, electricidad básica, mecánica en banco y distintos tipos de soldadura.

### **1.8.1. Programa actual del contenido del curso**

Al igual que todos los cursos en la Facultad de Ingeniería, el curso de Prácticas iniciales cuenta con un programa bien establecido en el que exponen los aspectos más importantes de la asignatura. Dándose una guía y descripción general del mismo, objetivos generales, la metodología del desarrollo del curso y la metodología de la evaluación, bibliografía utilizada y la calendarización de actividades. En esta parte se mencionan únicamente los puntos de contenido y bibliografía que son los que competen al desarrollo de este trabajo. De esta manera se pretende que los demás puntos importantes también sean tratados.

### **1.8.1.1. Práctica 1. Conocimiento de elementos mecánicos**

- Tipos de engranajes
- Tipos de cojinetes
- Cadenas de transmisión de potencia
- Bandas
- Componentes básicos de un motor de combustión interna
- Componentes básicos de una caldera
- Componentes de redes de un sistema de refrigeración y aire acondicionado
- Componentes de redes de distribución de vapor y agua
- Equipos mecánicos industriales en hospitales

### **1.8.1.2. Práctica 2. Electricidad básica**

- Calibres de alambres
- Tipos de empalmes
- Herramienta básica
- Interruptores
- Tomas de corriente
- Instalación de artefacto de iluminación
- Mediciones de voltaje y amperaje

### **1.8.1.3. Práctica 3. Mecánica de banco**

- Mediciones de longitud
- Cinta métrica

- Vernier
- Micrómetros para interiores y exteriores
- Limas
- Seguetas
- Brocas
- Cinceles
- Moleteadores
- Machuelos
- El torno

#### **1.8.1.4. Práctica 4. Soldadura eléctrica y oxiacetilénica**

- Equipo para practica de soldadura eléctrica
- Equipo para practica de soldadura oxiacetilénica

#### **1.8.2. Metodología actual del desarrollo del curso**

Antes de abordarla se hace una descripción del curso y su objetivo general, según el programa del mismo.

Los talleres correspondientes a la carrera de Ingeniería Mecánica, se enfocan básicamente, en el conocimiento real de los diferentes elementos, máquinas, equipo y accesorios en el campo del ingeniero mecánico. Con este conocimiento real el estudiante será capaz de conocer el campo en el cual se desenvolverá en su vida profesional y a la vez, estos conocimientos le facilitarán la comprensión y el aprendizaje de los cursos en la etapa intermedia y profesional de su carrera.

## Objetivos

- General
  - Lograr que el estudiante al final de los talleres esté en capacidad de:
    - Dominio cognitivo
      - Analizar el funcionamiento y aplicación de los elementos mecánicos y máquinas relacionadas a las Ingeniería Mecánica.
      - Aplicar el conocimiento tanto en la vida diaria como en la etapa intermedia y profesional de su carrera.
      - Reafirmar su vocación en la carrera que ha elegido.
    - Dominio psicomotriz
      - Ejecutar tareas básicas relacionadas a su carrera.
    - Dominio Afectivo:
      - Integrar los conocimientos y formarse una idea clara del campo del Ingeniero Mecánico y aplique esos conocimientos en el desarrollo de los cursos.
- Específicos
  - Tema 1
    - Operar los generadores de vapor

- Realizar mantenimiento en las modalidades que se adapte
- Realizar un plan de seguridad industrial
- Realizar el diseño de un presupuesto
  
- Tema 2
  - Operar los equipos de aire acondicionado
  - Realizar mantenimientos en las modalidades que se adapte
  - Realizar un plan de seguridad industrial
  - Realizar el diseño de un presupuesto
  
- Tema 3
  - Tener conocimiento sobre mecánica de banco. Máquinas, herramientas convencionales.
  
- Tema 4
  - Tener conocimiento y habilidades en los sistemas de inyección de motores de combustión interna.
  - Tener contacto con el entorno que le rodea como individuo, tanto en la facultad como en el país.

#### **1.8.2.1. Metodología del curso**

- Tema 1
  - Talleres guiados en Laboratorio de la Facultad de Ingeniería
  - Talleres guiados en industrias y talleres del país

- Talleres guiados en hospitales (IGSS o nacionales)
- Diseño de un plan de seguridad industrial en el ambiente de trabajo
- Diseño y cálculo de presupuesto
  
- Tema 2
  - Talleres guiados en Laboratorios de la Facultad de Ingeniería
  - Talleres guiados en industrias y talleres del país
  - Talleres guiados en hospitales (IGSS o nacionales)
  - Diseño de un plan de seguridad industrial en el ambiente de trabajo
  - Diseño y cálculo de presupuesto
  
- Tema 3
  - Talleres guiados en los hospitales IGSS y nacionales
  - Diseño de un plan de seguridad industrial en el ambiente de trabajo
  - Diseño y cálculo de presupuesto
  
- Tema 4
  - Prácticas de taller en los distintos sistemas de inyección
  - Diseño de un plan de seguridad industrial en el taller
  - Diseño y cálculo de presupuesto

### **1.8.3. Evaluación del curso**

Evaluación formativa: el estudiante entregará un informe de cada taller realizado, en donde detallará todas las actividades y conocimientos adquiridos en los mismos.

Evaluación práctica: se evaluará la participación activa del estudiante para cada taller.

## **1.9. Enseñanza del curso Prácticas Intermedias en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Actualmente se imparte el curso de Prácticas Intermedias en las cuales se presentan conocimientos un poco más específicos de la carrera, poniendo en perspectiva las principales líneas de aplicación de la carrera a lo largo de la vida profesional, en la misma se plantean temas de suma importancia como sistemas de generación y distribución de vapor, operación y mantenimiento de equipos de aire acondicionado y de hospitales, así como un conocimiento primario de la inyección electrónica en motores de combustión interna.

### **1.9.1. Programa actual del contenido del curso**

Al igual que todos los cursos en la Facultad de Ingeniería, el curso de Prácticas Intermedias cuenta con un programa bien establecido en el que se exponen los aspectos más importantes de la asignatura. Dándose una guía y descripción general del mismo, objetivos generales, la metodología del desarrollo del curso y la metodología de la evaluación, bibliografía utilizada y la calendarización de actividades. En esta parte se mencionan únicamente los puntos de contenido y bibliografía que son los que competen al desarrollo de



este trabajo. De esta manera se pretende que los demás puntos importantes sean tratados por separado.

#### **1.9.1.1. Práctica 1. Sistema de generación y distribución de vapor**

- Operación de generadores de vapor
- Mantenimiento de generadores de vapor
- Sistema de distribución de vapor
- Válvulas, trampas de vapor, reguladores de presión, etc
- Diseño de un plan de seguridad industrial
- Diseño y elaboración de un presupuesto

#### **1.9.1.2. Práctica 2. Operación y mantenimiento de equipos de Aire Acondicionado**

- Clasificación de unidades de aire acondicionado según su aplicación: Split, minisplit y paquete.
- Operación de equipos de aire acondicionado.
- Mantenimiento de equipos de aire acondicionado.
- Diseño de un plan de seguridad industrial.
- Diseño y elaboración de un presupuesto.

#### **1.9.1.3. Práctica 3. Mantenimiento de equipo mecánico industrial de hospitales**

- Autoclaves, calderas, marmitas, generadores de energía, lavadoras, secadoras, estufas, planchadores, bombas de agua, tanques de agua, compresores de gas médicos, bombas de vacío

- Diseño de un plan de seguridad industrial
- Diseño y elaboración de un presupuesto

#### **1.9.1.4. Práctica 4. Inyección electrónica de motores de combustión interna**

- Ventajas del sistema de inyección vrs carburación
- División del sistema de control. Sensores y actuadores
- Funcionamiento del sistema computarizado de control
- Diseño de un plan de seguridad industrial
- Diseño y elaboración de un presupuesto

#### **1.9.2. Metodología actual del desarrollo del curso**

Antes de abordarla se hará la descripción del curso y su objetivo general, según el programa del mismo.

Los talleres correspondientes a la carrera de Ingeniería Mecánica, se enfocan básicamente en el conocimiento real del equipo industrial. Con este conocimiento real el estudiante será capaz de conocer el campo en el cual se desenvolverá en su vida profesional, y a la vez estos conocimientos le facilitarán la comprensión y el aprendizaje de los cursos en la etapa profesional.

#### **Objetivos**

- General
  - Lograr que el estudiante al final de los talleres esté en capacidad de:
    - Dominio cognitivo

- Analizar el funcionamiento y aplicación de los elementos mecánicos y maquinas relacionadas a la ingeniería mecánica.
    - Aplicar el conocimiento tanto en la vida diaria como en la etapa y profesional de su carrera.
    - Reafirmar su vocación en la carrera que ha elegido.
  - Dominio psicomotriz
    - Sea capaz de ejecutar algunas tareas relacionadas a la ingeniería mecánica.
  - Dominio Afectivo
    - Integrar los conocimientos, se forme una idea clara del campo del ingeniero mecánico y aplique esos conocimientos en el desarrollo de los cursos.
- Específicos
  - Tema 1
    - Operar los generadores de vapor.
    - Realizar mantenimiento en las modalidades que se adapte.
    - Realizar un plan de seguridad industrial.
    - Realizar el diseño de un presupuesto.

- Tema 2
  - Operar los equipos de aire acondicionado.
  - Realizar mantenimientos en las modalidades que se adapte
  - Realizar un plan de seguridad industrial.
  - Realizar el diseño de un presupuesto.
  
- Tema 3
  - Tener conocimiento sobre mecánica de banco, máquinas, herramientas convencionales y tecnología de control numérico computarizado (CNC).
  
- Tema 4
  - Tener conocimiento y habilidades en los sistemas de inyección de motores de combustión interna.

#### **1.9.2.1. Metodología del curso**

- Tema 1
  - Talleres guiados en laboratorio de la Facultad de Ingeniería.
  - Talleres guiados en industrias y talleres del país.
  - Talleres guiados en hospitales (IGSS o nacionales).
  - Diseño de un plan de seguridad industrial en el ambiente de trabajo
  - Diseño y cálculo de presupuesto.

- Tema 2
  - Talleres guiados en laboratorios de la Facultad de Ingeniería.
  - Talleres guiados en industrias y talleres del país.
  - Talleres guiados en hospitales (IGSS o nacionales).
  - Diseño de un plan de seguridad industrial en el ambiente de trabajo
  - Diseño y cálculo de presupuesto.
  
- Tema 3
  - Talleres guiados en los hospitales IGSS y nacionales.
  - Diseño de un plan de seguridad industrial en el ambiente de trabajo.
  - Diseño y cálculo de presupuesto.
  
- Tema 4
  - Prácticas de taller en los distintos sistemas de inyección.
  - Diseño de un plan de seguridad industrial en el taller.
  - Diseño y cálculo de presupuesto.

### **1.9.3. Evaluación del curso**

Evaluación formativa: el estudiante entregará un informe de cada taller realizado, en donde detallará todas las actividades y conocimientos adquiridos en los mismos.

Evaluación práctica: se evaluará la participación activa del estudiante para cada taller.



## **2. MARCO TEÓRICO**

El fundamento para cada práctica es presentado a continuación para sustentar todo el conocimiento práctico que se presenta en las mismas.

### **2.1. Conceptos para las prácticas iniciales**

Las Prácticas Iniciales son fundamentales para que los estudiantes interioricen en el potencial de la carrera de Mecánica en la industria.

#### **2.1.1. Conocimiento de elementos mecánicos**

Los elementos mecánicos son la base de todo proceso mecánico puesto que son quienes nos permiten transformar las diferentes formas de energía entre sí, buscando siempre hacerlo de la forma más eficiente posible.

##### **2.1.1.1. Engranajes**

Se denomina engranaje o rueda dentada al mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina corona y la menor, piñón; un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas. Existen varios tipos de engranajes dentro de los cuales los más comunes son:

- Engranajes paralelos
  - Paralelos de dientes rectos: es el engranaje más sencillo de fabricar y el más antiguo, generalmente, para velocidades medias. A grandes velocidades sino son rectificadas, producen ruido más o menos importante según la velocidad y la corrección de su tallado. Es el engranaje donde la sección de corte se mantiene constante con respecto al eje axial.
  - Helicoidales: más silenciosos que los rectos. Se emplean siempre que se trata de velocidades elevadas. Necesitan cojinetes de empuje para contrarrestar la presión axial que originan. Son aquellos en donde se forma un ángulo entre el recorrido del diente y el eje axial, con el fin de asegurar una entrada progresiva del contacto entre diente y diente.
  - Doble-helicoidales: para las mismas aplicaciones que los helicoidales, con la ventaja sobre éstos, de no producir empuje axial, debido a la inclinación doble en sentido contrario de sus dientes. Se les denomina también por el galicismo *á chevron*, que debe evitarse. Cumplen la función de dos engranajes helicoidales. Poseen las ventajas de los cilíndricos helicoidales, o sea bajo ruido y alta resistencia.
  
- Engranajes perpendiculares
  - Helicoidales cruzados: pueden transmitir rotaciones de ejes a cualquier ángulo, generalmente a  $90^\circ$ , para los cuales se emplean con ventaja los de tornillo sin fin, ya que los helicoidales tienen



una capacidad de resistencia muy limitada y su aplicación se ciñe casi exclusivamente a transmisiones muy ligeras.

- Cónicos de dientes rectos: efectúan la transmisión de movimiento de ejes que se cortan en un mismo plano, generalmente en ángulo recto, por medio de superficies cónicas dentadas. Los dientes convergen en el punto de intersección de los ejes. Son utilizados para efectuar reducción de velocidad con ejes en  $90^\circ$ . Estos engranajes generan más ruido que los engranajes cónicos helicoidales.
- Cónicos de dientes helicoidales: engranajes cónicos con dientes no rectos: al igual que el anterior se utilizan para reducir la velocidad en un eje de  $90^\circ$ . La diferencia con el cónico recto es que posee una mayor superficie de contacto. Es de un funcionamiento relativamente silencioso.
- Cónicos hipoides: para ejes que se cruzan, generalmente en ángulo recto, empleados principalmente, en el puente trasero del automóvil y cuya situación de ejes permite la colocación de cojinetes en ambos lados del piñón. Parecidos a los cónicos helicoidales, se diferencian en que el piñón de ataque está descentrado con respecto al eje de la corona. Esto permite que los engranajes sean más resistentes. Este efecto ayuda a reducir el ruido del funcionamiento.
- Tornillo sin fin: pueden considerarse derivados de los helicoidales para ejes cruzados, siendo el tornillo una rueda helicoidal de un sólo diente (tornillo de un filete) o de varios (dos o más). La rueda

puede ser helicoidal simple o especial para tornillo sin fin, en la que la superficie exterior y la de fondo del diente son concéntricas con las cilíndricas del tornillo. Generalmente, el ángulo de ejes es de  $90^\circ$ . Permiten la transmisión de potencia sobre ejes perpendiculares. Es un caso extremo de engranajes hipoidales, ya que está descentrado al máximo. Se aplica para abrir puertas automáticas de casas y edificios. Poseen además, un bajo costo y son auto bloqueantes. Es decir que, es imposible mover el eje de entrada.

- Aplicaciones especiales
  - Cremallera: rueda cilíndrica de diámetro infinito con dentado recto o helicoidal colocado sobre un sistema lineal que convierte el movimiento circular en un movimiento lineal o viceversa.
  - Interiores: pueden ser con dentado recto, helicoidal o doble-helicoidal. Engranajes de gran aplicación en los llamados *trenes epicicloidales o planetarios*. Consiste en un juego de engranajes que forman parte de un sistema inmerso en sistema interior.
  - Planetarios: son variaciones del engranaje recto en los que los dientes están tallados en la parte interior de un anillo o de una rueda con reborde, en vez de en el exterior. Los engranajes interiores suelen ser impulsados por un piñón, (también llamado piñón sol, que es un engranaje pequeño con pocos dientes). Este tipo de engrane mantiene el sentido de la velocidad angular. El tallado de estos engranajes se realiza mediante talladoras amortajadoras de generación.

### 2.1.1.2. Cojinetes

Es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.

- Cojinete rígido de bolas: son fáciles de diseñar, no separables, capaces de operar en altas e incluso muy altas velocidades y requieren poco mantenimiento en servicio. Estas características, unidas a sus ventajas en precio, hacen a estos cojinetes los más populares de todos los rodamientos.
- Cojinete de una hilera de bolas con contacto angular: tiene dispuestos sus caminos de rodadura de forma que la presión ejercida por las bolas es aplicada oblicuamente con respecto al eje. Como consecuencia de esta disposición, el cojinete es especialmente apropiado para soportar no solamente cargas radiales, sino también grandes cargas axiales, debiendo montarse el mismo en contraposición con otro cojinete que pueda recibir carga axial en sentido contrario.
- Cojinete de agujas: son los que poseen rodillos cilíndricos muy delgados y largos en relación con su menor diámetro. A pesar de su pequeña sección, estos rodamientos tienen una gran capacidad de carga y son eminentemente apropiados para las aplicaciones donde el espacio radial es limitado.
- Cojinete de rodillos cónicos: debido a su posición oblicua de los rodillos y caminos de rodadura, es especialmente adecuado para resistir cargas radiales y axiales simultáneas.

- Cojinete de rodillos cilíndricos de empuje: son apropiados para aplicaciones que deben soportar cargas axiales. Además, son insensibles a los choques, son fuertes y requieren poco espacio axial. Son especializados para una sola dirección y solamente acepta cargas axiales.
- Cojinete axial de rodillos a rotula: tiene una hilera de rodillos situados oblicuamente, los cuales, guiados por una pestaña del aro fijo al eje, giran sobre la superficie de apoyo de los rodillos en la pestaña de guía, los rodillos giran separados de la pestaña por una fina capa de aceite.
- Cojinete de bolas a rotula: tiene dos hileras de bolas que apoyan sobre un camino de rodadura específico en el aro exterior, permitiendo desalineamientos angulares del eje respecto al soporte. Son utilizados en aplicaciones donde pueden producirse desalineaciones considerables.
- Cojinete de rodillos cilíndricos: normalmente tiene una hilera de rodillos, éstos son guiados por pestañas de uno de los aros, mientras que otro aro puede tener pestaña o no.
- Cojinete de rodillos a rótula: tiene dos hileras de rodillos con camino esférico común en el aro exterior, siendo por lo tanto, de alineación automática. El número y tamaño de sus rodillos le dan una capacidad de carga muy grande.
- Cojinete axiales de bolas de simple efecto: consta de una hilera de bolas entre dos aros, uno de los cuales, el aro fijo al eje, es de asiento plano, mientras que otro, el aro apoyado en el soporte, puede tener asiento plano o esférico.

- Cojinete de aguja de empuje: puede soportar pesadas cargas axiales, son insensibles a las cargas de choque y proveen aplicaciones de rodamientos duros requiriendo un mínimo de espacio axial.

### **2.1.1.3. Transmisión de potencia**

Se define como el mecanismo encargado de transmitir la potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina. Son parte fundamental de los elementos u órganos de una máquina, muchas veces clasificados como uno de los dos subgrupos fundamentales de estos elementos de transmisión y elementos de sujeción.

Se le da también la connotación de intercambiador de potencia mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, ya que para ejercer su función emplea el movimiento de cuerpos sólidos como los engranajes, las cadenas de transmisión.

- Cadena de transmisión

La cadena de transmisión de potencia es la forma más básica de transmisión de potencia mecánica, puesto que simplemente tiene un generador y un receptor de potencia, normalmente se utiliza cuando el elemento secundario no tiene la posibilidad de generar el torque necesario para el movimiento. El tamaño y la forma de los distintos tipos de cadenas de transmisión derivan de la cantidad de potencia, la velocidad con la que debe ser transmitida y la distancia entre el emisor y receptor.

#### **2.1.1.4. Bandas**

Un transportador de banda consiste en 2 o más poleas con un material circulando constantemente entre ellas. Uno o ambas poleas son motorizadas, moviendo a la banda y al material encima de ella hacia delante. La polea motorizada es conocida como polea motriz, mientras que la otra es conocida como polea conducida. Existen dos tipos de bandas transportadoras, las que se encargan del movimiento de cajas y equipo comprimido en un espacio sólido y las que transportan material a granel como tierra, granos, etc.

#### **2.1.1.5. Motores de combustión interna y sus componentes**

Un motor de combustión interna es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química proveniente de un combustible que arde dentro de una cámara de combustión.

- Componentes básicos
  - Cámara de combustión: es un cilindro cerrado en un extremo y dentro del cual se desliza un pistón muy ajustado al cilindro. La posición hacia dentro y hacia fuera del pistón modifica el volumen que existe entre la cara interior del pistón y las paredes de la cámara. La cara externa del pistón está unida por una biela al cigüeñal, que convierte en movimiento rotatorio al movimiento lineal del pistón.
  - Sistema de alimentación: el sistema de alimentación de combustible de un motor Otto consta de un depósito, una bomba

de combustible y un dispositivo dosificador de combustible que vaporiza o atomiza el combustible desde el estado líquido, en las proporciones correctas para poder ser quemado. Se llama carburador al dispositivo que hasta ahora venía siendo utilizado con el fin de alimentar los motores Otto.

- Sistema de distribución: cada cilindro toma el combustible y expulsa los gases a través de válvulas de cabezal o válvulas deslizantes. Un muelle mantiene cerradas las válvulas hasta que se abren en el momento adecuado, al actuar las levas de un árbol de levas rotatorio movido por el cigüeñal, estando el conjunto coordinado mediante la cadena o la correa de distribución.
- Encendido: los motores necesitan una forma de iniciar la ignición del combustible dentro del cilindro. En los motores Otto, el sistema de ignición consiste en un componente llamado bobina de encendido, que es autotransformador de alto voltaje al que está conectado un conmutador que interrumpe la corriente del primario para que se induzca un impulso eléctrico de alto voltaje en el secundario. Dicho impulso está sincronizado en la etapa de compresión de cada uno de los cilindros; el impulso se lleva al cilindro correspondiente utilizando un distribuidor rotativo y unos cables de grafito que dirigen la descarga de alto voltaje a la bujía.
- Refrigeración: dado que la combustión produce calor, todos los motores deben disponer de algún tipo de sistema de refrigeración. Algunos motores estacionarios de automóviles y de aviones y los motores fueraborda se refrigeran con aire. Los cilindros de los motores que utilizan este sistema cuentan en el exterior con un

conjunto de láminas de metal que emiten el calor producido dentro del cilindro. En otros motores se utiliza refrigeración por agua, lo que implica que los cilindros se encierran dentro de una carcasa llena de agua que en los automóviles se hace circular mediante una bomba. El agua se refrigera al pasar por las láminas de un radiador.

- Sistema de arranque: al contrario de los motores y las turbinas de vapor, los motores de combustión interna no producen un par de fuerzas cuando arrancan, lo que implica que debe provocarse el movimiento del cigüeñal para que se pueda iniciar el ciclo. Los motores de automoción utilizan un motor eléctrico conectado al cigüeñal por un embrague automático que se desacopla en cuanto arranca el motor.

#### **2.1.1.6. Caldera y sus componentes**

Una caldera es una máquina o dispositivo de ingeniería que está diseñado para generar vapor saturado. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado. Las calderas son un caso particular en el que se eleva a altas temperaturas de intercambiadores de calor, en las cuales se produce un cambio de fase. Además, son recipientes a presión, por lo cual son construidas en parte con acero laminado a semejanza de muchos contenedores de gas.

- Componentes básicos
  - Alimentadores: casi cualquier carbón mineral puede quemarse con



éxito en algún tipo de alimentador; Además, los materiales de desecho y subproductos, como el coque desmenuzado, los desechos de madera, la corteza, los residuos agrícolas como el bagazo y los desechos municipales que pueden quemarse como combustible básico o como auxiliar.

- Pulverizadores: el pulverizador proporciona la mezcla activa necesaria para secar el porcentaje de materia volátil en el combustible. Tiene la relación directa con la temperatura recomendada del aire primario para la combustión.
- Quemadores: el quemador está diseñado para quemar carbón mineral y puede equiparse para quemar cualquier combinación de los tres combustibles principales, si se toman se toman las precauciones adecuadas para evitar la formación de coque en el elemento carbón, si se está quemando combustóleo y carbón mineral.
- Hogares: un hogar es una cámara donde se efectúa la combustión. La cámara confina el producto de la combustión y puede resistir las altas temperaturas que se presentan y las presiones que se utilizan. Sus dimensiones y geometría se adaptan a la velocidad de liberación del calor, el tipo de combustible y al método de combustión, de tal manera que se haga lo posible por tener una combustión completa y se proporcione un medio apropiado para eliminar la ceniza.

### **2.1.1.7. Componentes de redes de un sistema de refrigeración y aire acondicionado**

- Compresor

Es un componente que es impulsado por un motor que mueve el vapor caliente proveniente del evaporador, lo comprime elevándole su temperatura, y lo traslada al condensador.

- Condensador

La operación de un condensador es justamente contraria a la de un evaporador. El gas refrigerante, caliente y a alta presión cede calor a los alrededores, sea agua, condensándose y almacenándose hasta que se necesite en el evaporador.

- Depósito de líquido

Equipo de almacenamiento de refrigerante que permanece cerrado al exterior y suministra o recibe cuando el sistema así lo requiera, asimismo permite la homogenización del elemento refrigerante y la acumulación del sedimento recogido por el mismo en el trayecto.

- Válvula de expansión

Es un elemento de las máquinas frigoríficas por compresión, en el cual la expansión es regulable manual o automáticamente. Este elemento presenta para el elemento refrigerante un cambio brusco en la presión, lo cual produce cambios muy fuertes en su forma y características de trabajo.

- Evaporador

Se conoce como evaporador al intercambiador de calor que genera la transferencia de energía térmica contenida en el medio ambiente hacia un gas refrigerante a baja temperatura y en proceso de evaporación.

## **2.1.2. Electricidad básica**

El trabajo del ingeniero mecánico está íntimamente relacionado con el trabajo de electricidad y todo lo que éste incluye, por lo que es indispensable para un ingeniero mecánico tener un conocimiento claro de los sistemas eléctricos, el quipo e insumos necesarios, así como el grupo de herramientas necesarias y conceptos de electricidad.

### **2.1.2.1. Alambres y sus calibres**

Es un conductor o conjunto de ellos, generalmente, recubierto de un material aislante o protector, diseñado para transportar un rango de corrientes dependientes del grosor del mismo.

**Tabla I. Cables de cobre a 25 C**

Calibre	Resistencia	Amperaje			Máximo(A)	Dimensiones
AWG	Ohm/100m	TIPO DE CABLE			Diám.	Área
		FF	USE, THW	NM	mm	cm <sup>2</sup>
No.			TW, THWN			
4/0	0,01669	211	248		13,412	1.4129
3/0	0,02106	178	216		11,921	1.1161
2/0	0,02660	157	189		10,608	0.8839
1/0	0,03346	135	162		9,462	0.7032
2	0,05314	103	124		7,419	0,4322
4	0,08497	76	92		5,874	0,2710
6	0,1345	59	70		4,710	0,1742
8	0,2101	43	54		3,268	0,0839
10	0,3339	32	32	30	2,580	0,0523
12	0,5314	22	22	20	2047	0,0329
14	0,8432	16	16	15	1621	0,0206

Fuente: KALPAKIJAN, Serope / SCHIMD, Steven R., *Procesos de maquinado para producir formas diversas*. p. 121.

NOTAS: estos valores contemplan hasta 3 conductores por envoltura. Puede observarse que para valores de resistencia de menos de 0,100 m, el valor está dado con cinco (5) cifras decimales, para mayor precisión. La máxima temperatura de trabajo para los tipos USE y TH es 75°C. La máxima temperatura de trabajo para el tipo UF es 60°C.

### **2.1.2.2. Definición y tipos de empalmes**

Es la unión entre dos conductores eléctricos, que se efectúa para mantener la conductividad del flujo eléctrico. Para realizar empalmes eléctricos seguros, hay que evitar los recalentamientos y falsos contactos entre conductores. Entre los tipos de empalmes se encuentran los siguientes:

- Unión Western: usado para unir dos conductores que van a prolongarse
- Cola de rata: es usado para derivaciones y prolongaciones. Se puede hacer con dos o más conductores.
- Unión de toma sencilla: para derivar una línea de la línea principal, la cual se proyecta estar a la vista.
- Unión toma doble: para derivar conductores del principal en un punto.
- Unión toma anulada: para derivar una línea sacada de la principal. Se le conoce como toma de seguridad y se usa para instalaciones vistas.
- Empalme entre cables: para cables gruesos, se entrelazan los hilos del conductor. Para cables delgados, se hace escalonando para evitar los cortocircuitos. Para derivar un cable dúplex, se hacen dos uniones de toma sencilla, separados entre sí.
- Empalme entre cables y alambres: para un empalme entre conductores gruesos, un cable y un alambre, se enrolla el conductor más delgado para que una los dos conductores. Para empalme cables y alambres delgados, se hace empalme de unión sujetadora.

### **2.1.2.3. Interruptores**

Un interruptor eléctrico es un dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. En el mundo moderno las aplicaciones son innumerables, van desde un simple interruptor que apaga o enciende un bombillo, hasta un complicado selector de transferencia automática

de múltiples capas controlado por computadora. A continuación se presenta la clasificación de los interruptores:

- **Actuantes:** los actuantes de los interruptores pueden ser normalmente abiertos, en cuyo caso al accionarlos se cierra el circuito o normalmente cerrados, en cuyo caso al accionarlos se abre el circuito.
- **Pulsadores:** también llamados interruptores momentáneos. Este tipo de interruptor requiere que el operador mantenga la presión sobre el actuante para que los contactos estén unidos. Un ejemplo de su uso lo pueden encontrar en los timbres de las casas.
- **Cantidad de polos:** son la cantidad de circuitos individuales que controla el interruptor. Un interruptor de un sólo polo como el que se usa para encender una lámpara. Los hay de 2 o más polos. Por ejemplo, si quiere encender un motor de 220 voltios y a la vez un indicador luminoso de 12 voltios se necesita un interruptor de 2 polos, uno para el circuito de 220 voltios y otro para el de 12 voltios.
- **Cantidad de vías:** es la cantidad de posiciones que tiene un interruptor. Nuevamente el ejemplo del interruptor de una sola vía es el utilizado para encender una lámpara, en una posición enciende la lámpara mientras que en otra se apaga. Un ejemplo más claro es cómo las velocidades de una licuadora donde el mismo interruptor al cambiarlo se elige una velocidad determinada y única.
- **Combinados:** se pueden combinar las tres clases anteriores para crear diferentes tipos de interruptores. Intercalando algunos de cantidad de vías y de cantidad de polos.

#### **2.1.2.4. Tomas de corriente**

Un enchufe es un dispositivo formado por dos elementos, la clavija y la toma de corriente, que se conectan uno al otro para establecer una conexión eléctrica que permita el paso de la corriente.

Clavija o enchufe macho: es una pieza de material aislante de la que sobresalen varillas metálicas que se introducen en el enchufe hembra para establecer la conexión eléctrica. Por lo general, se encuentra en el extremo del cable. Su función es establecer una conexión eléctrica con la toma de corriente que se pueda manipular con seguridad. Existen clavijas de distintos tipos y que varían según las necesidades y normas de cada producto.

Toma de corriente o enchufe hembra: generalmente se sitúa en la pared, ya sea colocado de forma superficial o empotrado en la pared empotrada en una caja, siendo éste el más común. Constan como mínimo, de dos piezas metálicas que reciben a sus homólogas machos, para permitir la circulación de la corriente eléctrica. Estas piezas metálicas quedan fijadas a la red eléctrica por tornillos o, actualmente con mayor frecuencia, por medio de unas pletinas plásticas que, al ser empujadas, permiten la entrada del hilo conductor y al dejar de ejercer presión sobre ellas, unas chapas apresan el hilo, impidiendo su salida.

- Enchufe de superficie: éste ha sido en el pasado, muy utilizado para instalaciones antiguas por su facilidad de instalación, al no precisar de obras. Sigue siendo utilizado para ampliar (a menudo de manera fraudulenta y peligrosa) las instalaciones principales, normalmente del tipo empotrado, por esas mismas razones. Existen líneas de fabricación de este tipo de producto destinadas, específicamente a lugares rústicos o

casas antiguas, cuyo exterior se asemeja a los primeros interruptores, y a menudo, fabricados con materiales como la porcelana o la baquelita.

- Enchufe de cajillo o empotrado: en este tipo de enchufes, la mayor parte del dispositivo queda dentro de la pared, en un hueco perforado, quedando acondicionado mediante una caja de material termoplástico. El cajillo alberga la parte del enchufe donde se conectan los cables. La parte exterior sirve para impedir el contacto con las partes contención y para embellecer el aspecto del dispositivo. En la actualidad, la parte exterior viene separada de la interior, incluso se suelen venderse por separado. Es importante señalar que existen, en cada país, estándares de medida.

#### **2.1.2.5. Mediciones de voltaje y amperaje**

- El voltaje o diferencia de potencial

Es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. También se puede definir como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones determinadas. Se puede medir con un voltímetro. Si dos puntos que tienen una diferencia de potencial se unen mediante un conductor, se producirá un flujo de electrones. Parte de la carga que crea el punto de mayor potencial se trasladará a través del conductor al punto de menor potencial y, en ausencia de una fuente externa, esta corriente cesará cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico (ley de Henry). Este traslado de cargas es lo que se conoce como corriente eléctrica.



- El amperaje

Es la unidad de intensidad de corriente eléctrica. Forma parte de las unidades básicas en el Sistema Internacional de Unidades y fue nombrado en honor de André-Marie Ampere. El amperio es la intensidad de una corriente constante que manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de un metro uno de otro en el vacío, produciría una fuerza igual a  $2 \times 10^{-7}$  newton por metro de longitud. El amperio es una unidad básica, junto con el metro, el segundo, y el kilogramo: es definido sin referencia a la cantidad de carga eléctrica.

La unidad de carga, el culombio, es definido, como una unidad derivada, es la cantidad de carga desplazada por una corriente de un amperio en el tiempo de un segundo. Como resultado, las corrientes eléctricas también son el tiempo promedio de cambio o desplazamiento de cargas eléctricas. Un amperio representa el promedio de un culombio de carga por segundo.

### **2.1.3. Mecánica de banco**

En la actualidad, la tecnología en el área de la mecánica ha excedido por mucho cualquier expectativa del pasado, interrelacionando ésta con muchas otras áreas de la ciencia y la ingeniería, lo cual ha reducido la diferencia entre las distintas disciplinas, a pesar de eso, el fundamento básico de la ingeniería Mecánica se ha fundamentado desde siempre, principalmente en sus raíces, las cuales se encuentran arraigadas en la mecánica de banco, por lo que es indispensable que todo estudiante que cursa esta asignatura tenga un conocimiento pleno del trabajo en el mismo y los diferentes equipos y

herramientas a utilizar. A continuación se presenta una descripción básica de toda esta información.

### **2.1.3.1. Mediciones de longitud, cinta métrica, vernier, micrómetros para interiores y exteriores**

- Mediciones de longitud

Una unidad de medida es una cantidad estandarizada de una determinada magnitud física. En general, una unidad de medida toma su valor a partir de un patrón o de una composición de otras unidades definidas previamente. Las primeras se conocen como unidades básicas o de base (o, no muy correctamente, fundamentales), mientras que las segundas se llaman unidades derivadas. Un conjunto consistente de unidades de medida en el que ninguna magnitud tenga más de una unidad asociada, es denominado sistema de unidades. Todas las unidades denotan cantidades escalares. En el caso de las magnitudes vectoriales, se interpreta que cada uno de los componentes está expresado en la unidad indicada.

- Sistema internacional de medida

Se reconoce internacionalmente el SI como estándar para las mediciones, incluyendo las de longitud, aunque aún se estudian las mediciones en el sistema inglés. Se estandariza que para la longitud la medida base es *el metro* y todos sus subproductos son derivados de los prefijos establecidos:

Tabla II. **Múltiplos y submúltiplos del metro**

Múltiplos del metro		Submúltiplos del metro	
yottámetro (Ym):	$10^{24}$ metros	decímetro (dm):	$10^{-1}$ metros
zettámetro (Zm):	$10^{21}$ metros	centímetro (cm):	$10^{-2}$ metros
exámetro (Em):	$10^{18}$ metros	milímetro (mm):	$10^{-3}$ metros
petámetro (Pm):	$10^{15}$ metros	micrómetro ( $\mu\text{m}$ ):	$10^{-6}$ metros
terámetro (Tm):	$10^{12}$ metros	nanómetro (nm):	$10^{-9}$ metros
gigámetro (Gm):	$10^9$ metros	angstrom ( $\text{\AA}$ ):	$10^{-10}$ metros
megámetro (Mm):	$10^6$ metros	picómetro (pm):	$10^{-12}$ metros
miriámetro (Mam):	$10^4$ metros	femtómetro (fm):	$10^{-15}$ metros
kilómetro (km):	$10^3$ metros	attómetro (am):	$10^{-18}$ metros
hectómetro (hm):	$10^2$ metros	zeptómetro (zm):	$10^{-21}$ metros
decámetro (dam):	$10^1$ metros	yoctómetro (ym):	$10^{-24}$ metros

Fuente: SEARS, Zemansky / YOUNG, Freedman. *Física universitaria*. p. 764.

Teniendo una buena referencia de la medida de longitud y sus medidas, se puede dar a conocer las herramientas que nos permiten mediarlos de distintas maneras y a distintas escalas y magnitudes. Conoceremos ahora algunos aparatos especializados en la medición de longitudes son las siguientes:

- Cinta métrica

Tira de acero, nylon, etc., enrollable y que tiene escrita en una cara la longitud del metro y sus divisiones. Se denomina cinta métrica cuando es mayor de 10 m. Si es de menos metros se le suele llamar flexómetro.

- Principio de funcionamiento: por ser una cinta en cuyo lado tiene inserto una numeración calibrada, este permite dar una

aproximación de la longitud por medio de la comparación entre las distancias a mediar y las distancias precalibradas.

- Vernier

Es una segunda escala auxiliar que tienen algunos instrumentos de medición, que permite apreciar una medición con mayor precisión al complementar las divisiones de la regla o escala principal del instrumento de medida.

- Principio de funcionamiento

El sistema consiste en una regla sobre la que se han grabado una serie de divisiones según el sistema de unidades empleado, y una corredera o carro móvil, con un fiel o punto de medida, que se mueve a lo largo de la regla. En una escala de medida, se puede apreciar hasta su unidad de división más pequeña, siendo ésta la apreciación con la que se puede dar la medición; es fácil percatarse que entre una división y la siguiente hay más medidas, que unas veces está más próxima a la primera de ellas y otras a la siguiente.

- Micrómetro

Es un instrumento de medición cuyo nombre deriva de las palabras griegas *μικρο* (micros, pequeño) y *μετρον* (metro, medición); su funcionamiento se basa en un tornillo micrométrico que sirve para valorar el tamaño de un objeto con gran precisión, en un rango del orden de centésimas o de milésimas de milímetro, 0,01 mm ó 0,001 mm (micra) respectivamente.

- Principio de funcionamiento

Para proceder con la medición posee dos extremos que son aproximados mutuamente merced a un tornillo de rosca fina que dispone en su contorno de una escala grabada, la cual puede incorporar un vernier. La longitud máxima mensurable con el micrómetro de exteriores es de 25 mm normalmente, también los hay de 0 a 30, siendo por tanto preciso disponer de un aparato para cada rango de tamaños a medir: 0-25 mm, 25-50 mm, 50-75 mm. Además, suele tener un sistema para limitar la torsión máxima del tornillo, necesario pues al ser muy fina la rosca no resulta fácil detectar un exceso de fuerza que pudiera ser causante de una disminución en la precisión.

#### **2.1.3.2. Limas, seguetas, brocas, cinceles**

- Limas

Es una herramienta manual de corte/desgaste utilizada en el desbaste y el afinado de piezas de distintos materiales como metal, plástico o madera. Está formada por una barra de acero al carbono templado (llamada caña de corte) que posee unas ranuras llamadas dientes y que en la parte posterior está equipada con una empuñadura o mango.

- Características

Según la longitud de la caña de corte las limas pueden tener distintos tamaños, que normalmente se expresan en pulgadas. También el granulado de las limas varía en función del trabajo o ajuste a realizar, existiendo limas de: basto, entrefinas, finas y extrafinas. Relacionado con el tipo de granulado está el picado del dentado que puede ser cruzado, recto o fresado. Cuando se

trabaja con las limas es normal que los dientes queden saturados de las pequeñas partículas de metal desprendidas. Existen varios tipos de limas, entre ellas, las siguientes:

- Limas para metal: de diversas formas y granulado. Si se hace una división según su sección existen.
- Limas planas: tienen el mismo ancho en toda su longitud o la punta ligeramente convergente. Pueden tener superficies de corte por ambas caras, las caras y los cantos, o sin corte en los cantos, es decir lisos, y que permiten trabajar en rincones en los que interesa actuar tan sólo sobre un lado y respetar el otro.
- Limas de media caña: tienen una cara plana y otra redondeada, con una menor anchura en la parte de la punta. Se pueden utilizar tanto para superficies planas como para rebajar asperezas y resaltes importantes o para trabajar en el interior de agujeros de radio relativamente grande.
- Limas redondas: se usan para pulir o ajustar agujeros redondos o espacios circulares.
- Limas triangulares: sirven para ajustar ángulos entrantes e inferiores a 90°. Pueden sustituir a las limas planas.
- Limas cuadradas: se utilizan para mecanizar chaveteros o agujeros cuadrados.

- Seguetas

Una segueta o sierra de marquetería es una herramienta cuya función es cortar o serrar, principalmente madera o contrachapados, aunque también se usa para cortar láminas de metal o aún molduras de yeso. Tiene como característica distintiva que posee una sierra delgada, la cual le da mucha maniobrabilidad para cortes en giro, así como un marco muy amplio para permitir introducirse a una mayor profundidad en el interior del material.

- Características

Es generalmente utilizada para realizar pequeños cortes con piezas que estén sujetas en el tornillo de banco, en trabajos de mantenimiento industrial, tiene diverso dentado y calidades dependiendo del material que se quiera cortar con ella, también consta de un arco con un mango para poderlo coger con la mano y poder realizar la fuerza necesaria para el corte. El conjunto de la hoja de sierra y el arco debe estar bien montado y tensado para dar eficacia al trabajo.

- Brocas

También denominada mecha dependiendo de su tamaño, es una pieza metálica de corte que crea orificios en diversos materiales cuando se coloca en una herramienta mecánica como taladro. Su función es quitar material y formar un orificio o cavidad cilíndrica. Para elegir la broca adecuada al trabajo se debe considerar la velocidad a la que se extrae el material y la dureza del mismo. La broca se desgasta con el uso y puede perder su filo, siendo necesario un reafilado, para lo cual pueden emplearse máquinas afiladoras, utilizadas en la

industria del mecanizado. También es posible afilar brocas a mano mediante pequeñas amoladoras, con muelas de grano fino.

- Características

Las brocas están diseñadas dependiendo del material al que se enfrentan, el grosor del corte requerido para lo que aprovechan toda una gama de características en las ranuras, la punta de la broca, el material del cual está hecha, así como ya propiamente en su manejo la velocidad y la aplicación de la fuerza. Dependiendo de su aplicación, las brocas tienen diferente geometría. Entre muchos tipos de brocas podemos citar:

- Brocas normales helicoidales: se sujetan mediante porta brocas. Existen numerosas variedades que se diferencian en su material constitutivo y tipo de material a taladrar.
- Broca larga: se utiliza para taladrar los interiores de piezas o equipos, tarea que sería imposible con una broca normal.
- Broca súper larga: empleada para taladrar los muros de viviendas a fin de introducir cables.
- Broca de centrar: especial empleada para realizar los puntos de centrado de un eje para facilitar su torneado o rectificado.
- Broca para berbiquí: usadas en carpintería de madera, por ser de muy bajas revoluciones.
- Broca de paleta: usada principalmente, para madera, abrir rápidamente agujeros con berbiquí, taladro o barreno eléctrico. También conocida como broca de espada.
- Broca de taladrado profundo: conocida como broca cañón.



- Broca para excavación o Trépano: utilizada para la perforación de pozos petrolíferos y sondeos.
  - Brocas para máquinas de control numérico: son brocas especiales de gran rendimiento y precisión que se emplean en máquinas de control numérico, que operan a altas velocidades de corte.
- Cinceles

Se denomina cincel a una herramienta manual de corte diseñada para cortar, ranurar o desbastar material en frío mediante el golpe con un martillo adecuado. El filo de corte se puede deteriorar con facilidad, por lo que es necesario un reafilado.

- Características

Normalmente esta hecho de un acero templado con una dureza media, que le permite transmitir gran parte de la potencia sea transmitida desde el martillo hasta el material receptor, sin que esta potencia quiebre el mismo, y de la misma forma que no tan dúctil que no sea maleable o deformable al mismo tiempo. Cuenta también una punta o un filo lineal que le permite tener un pequeño punto de contacto que transfiera esa potencia en un área menor y multiplique la misma generando el corte. Se presentan únicamente dos tipos de cinceles y se distribuyen por su forma de la punta:

- Cincel de punto: se caracteriza por tener una forma de aguja en su punto de contacto con el material receptor, lo cual le permite una ruptura del mismo en todas direcciones y sin límite de ranuras, se busca que la misma tenga un filo

que le permite penetrar con mayor facilidad el material.

- Cíncel de lineal: este tiene como diferenciación principal una punta en forma de línea, el cual permite primero una penetración más uniforme.

### **2.1.3.3. Torno y cepillo**

- El torno

Se denomina torno (del latín *tornus*, y este del griego *τόρνος*, giro, vuelta) a un conjunto de máquinas herramienta que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Estas máquinas-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos de centrado) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas. Desde el inicio de la revolución industrial, el torno se ha convertido en una máquina básica en el proceso industrial de mecanizado.

La herramienta de corte va montada sobre un carro que se desplaza sobre unas guías o rieles paralelos al eje de giro de la pieza que se tornea, llamado eje Z; sobre este carro hay otro que se mueve según el eje X, en dirección radial a la pieza que se tornea, y puede haber un tercer carro llamado *Charriot* que se puede inclinar, para hacer conos, y donde se apoya la torreta portaherramientas.

Cuando el carro principal desplaza la herramienta a lo largo del eje de rotación, produce el cilindrado de la pieza, y cuando el carro transversal se

desplaza de forma perpendicular al eje de simetría de la pieza se realiza la operación denominada refrenado.

Los tornos copiadores, automáticos y de control numérico llevan sistemas que permiten trabajar a los dos carros de forma simultánea, consiguiendo cilindrados cónicos y esféricos. Los tornos paralelos llevan montado un tercer carro, de accionamiento manual y giratorio, llamado *Charriot*, montado sobre el carro transversal. Con el *Charriot* inclinado a los grados necesarios es posible mecanizar conos. Encima del *Charriot* va fijada la torreta portaherramientas.

- Características

El torno tiene cinco componentes principales los cuales son fundamentales para su funcionamiento:

**Bancada:** sirve de soporte para las otras unidades del torno. En su parte superior lleva unas guías por las que se desplaza el cabezal móvil o contrapunto y el carro principal.

**Cabezal fijo:** contiene los engranajes o poleas que impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. Incluye el motor, el husillo, el selector de velocidad, el selector de unidad de avance y el selector de sentido de avance. Además sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se apoya en el husillo.

**Contrapunto:** es el elemento que se utiliza para servir de apoyo y poder colocar las piezas que son torneadas entre puntos, así como otros elementos tales como porta broca o broca para hacer taladros en el centro de los ejes.

Este contrapunto puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada.

Carro portátil: consta del carro principal, que produce los movimientos de la herramienta en dirección axial; y del carro transversal, que se desliza transversalmente sobre el carro principal en dirección radial. En los tornos paralelos, hay además un carro superior orientable, formado a su vez por tres piezas: la base, el *Charriot* y la torreta portaherramientas. Su base está apoyada sobre una plataforma giratoria para orientarlo en cualquier dirección.

Cabezal giratorio o chuck: su función consiste en sujetar la pieza a mecanizar. Hay varios tipos, como el *chuck* independiente de cuatro mordazas o el universal, mayoritariamente empleado en el taller mecánico, al igual que hay *chucks* magnéticos y de seis mordazas.

Inversor: se utiliza cuando se está trabajando y se quiere hacer una función de avance automático o roscado y quieres seleccionar el sentido de dicho trabajo, tanto si es transversalmente como longitudinalmente. Con lo cual en transversalmente será para delante o detrás y longitudinalmente hacia la izquierda o la derecha.

Caja de avances: este mecanismo hace posible el avance automático y regula su magnitud. Como el cambio de ruedas en la lira resulta una operación lenta y engorrosa, la mayoría de tornos tiene en la parte anterior una bancada, una caja de cambios, más o menos compleja, para obtener diversas velocidades a su salida, sin cambiar las ruedas de recambio.

Eje de roscar: su finalidad es accionar el avance longitudinal automático del carro, únicamente en el caso de tallado de roscas y cuando se trata de otro

tipo de trabajos (por ejemplo, la construcción de muelles) que requieran un avance exacto).

Eje de cilindrar: tiene por objetivo transmitir el movimiento desde la caja de avances al carro para efectuar las operaciones de cilindrado y refrenado. El avance de cilindrado es siempre menor que el del roscado, pero van relacionados entre sí.

Tablero de carro: consta de dos partes, una de las cuales se desliza sobre las guías de la bancada y la otra, llamada delantal, está atornillada a la primera y se desliza por la parte anterior de la bancada. Unas protecciones provistas de hendiduras, en los extremos anterior y posterior del carro, que sirven de alojamiento a unos filtros, tienen por finalidad que penetren las virutas y suciedad entre la superficie de desplazamiento y las guías.

Eje del contra-cabezal: puede moverse transversalmente sobre la primera mediante uno ó dos tornillos, puede fijarse en cualquier punto mediante una tuerca. Tiene un agujero en el interior donde permite el bloqueo de la caña, cuyo final acaba en cono Morse para alojar el punto.

Carro transversal: se desplaza sobre el cuerpo del carro principal siguiendo al eje de rotación del carro principal. En la parte superior lleva una ranura circular en forma de t que sirve para alojar las cabezas de los tornillos que servirán para el carro portaherramientas. Se puede desplazar a mano o automáticamente.

Carro orientable: llamado también carro portaherramientas, está apoyado en el carro transversal en una plataforma giratoria que puede girar sobre un eje

central y fijarse en cualquier posición al carro transversal por medio de cuatro tornillos.

Portaherramientas: el carro orientable está provisto de un eje fijo sobre el que puede girar una torreta cuadrada que permite fijar 4 útiles a la vez y presentarlos en el momento preciso sobre la pieza. Para cambiar de útil sólo es necesario aflojar la tuerca central y girar luego se aprieta otra vez y ya está.

Puente y escote: en algunos tornos se puede trabajar piezas de gran diámetro y poca longitud mediante el escote, o sea que se puede quitar el escote y se forma el puente.

Plato: pieza normalmente metálica sujeta al eje principal donde se alberga y fija la pieza que se dispone para mecanizar. Hay diferentes tipos de platos como el plano, 3 garras, 4 garras, entre otros.

- Tipos de tornos

Actualmente se utilizan en la industria del mecanizado varios tipos de tornos, cuya aplicación depende de la cantidad de piezas a mecanizar por serie, de la complejidad de las piezas y de la envergadura de las piezas.

Torno paralelo: es el tipo de torno que evolucionó partiendo de los tornos antiguos cuando se le fueron incorporando nuevos equipamientos que lograron convertirlo en una de las máquinas herramientas más importante que han existido. Sin embargo, en la actualidad este tipo de torno está quedando relegado a realizar tareas poco importantes, a utilizarse en los talleres de aprendices y en los talleres de mantenimiento para realizar trabajos puntuales o especiales.

Torno copiado: opera con un dispositivo hidráulico y electrónico permite el torneado de piezas de acuerdo a las características de la misma siguiendo el perfil de una plantilla que reproduce una réplica igual a la guía, se utiliza para el torneado de aquellas piezas que tienen diferentes escalones de diámetros, que han sido previamente forjadas o fundidas y que tienen poco material excedente. También son muy utilizados estos tornos en el trabajo de la madera y del mármol artístico para dar forma a las columnas embellecedoras. La preparación para el mecanizado en un torno copiado es muy sencilla y rápida y por eso estas máquinas son muy útiles para mecanizar lotes o series de piezas que no sean muy grandes.

Torno revólver: es una variedad de torno diseñado para mecanizar piezas sobre las que sea posible el trabajo simultáneo de varias herramientas con el fin de disminuir el tiempo total de mecanizado. Las piezas que presentan esa condición son aquellas que, partiendo de barras, tienen una forma final de casquillo o similar. Una vez que la barra queda bien sujeta mediante pinzas o con un plato de garras, se va taladrando, mandrilando, roscando o escariando la parte interior mecanizada y a la vez se puede ir cilindrando, refrentando, ranurando, roscando y cortando con herramientas de torneado exterior. El torno revólver lleva un carro con una torreta giratoria en la que se insertan las diferentes herramientas que realizan el mecanizado de la pieza. También se pueden mecanizar piezas de forma individual, fijándolas a un plato de garras de accionamiento hidráulico.

Torno automático: torno cuyo proceso de trabajo está enteramente automatizado. La alimentación de la barra necesaria para cada pieza se hace también de forma automática, a partir de una barra larga que se inserta por un tubo que tiene el cabezal y se sujeta mediante pinzas de apriete hidráulico. Estos tornos pueden ser de un solo husillo o de varios husillos:

- Los de un solo husillo: se emplean básicamente para el mecanizado de piezas pequeñas que requieran grandes series de producción.
- Cuando se trata de mecanizar piezas de dimensiones mayores se utilizan los tornos automáticos multiusillos donde de forma programada en cada husillo se va realizando una parte del mecanizado de la pieza. Como los husillos van cambiando de posición, el mecanizado final de la pieza resulta muy rápido porque todos los husillos mecanizan la misma pieza de forma simultánea.

Torno vertical: es una variedad de eje vertical, diseñado para mecanizar piezas de gran tamaño, que van sujetas al plato de garras u otros operadores y que por sus dimensiones o peso harían difícil su fijación en un torno horizontal. Los tornos verticales no tienen contrapunto, sino que el único punto de sujeción de las piezas es el plato horizontal sobre el cual van apoyadas. La manipulación de las piezas para fijarlas en el plato se hace mediante grúas de puente o polipastos.

- El cepillo

Los cepillos de codo son también conocidos como máquinas amortajadoras horizontales, pueden trabajar piezas de hasta 800 mm de longitud y generan acabados de desbaste o de afinado. La cepilladora para metales se creó con la finalidad de remover metal para producir superficies planas horizontales, verticales o inclinadas, donde la pieza de trabajo se sujeta a una prensa de tornillo o directamente en la mesa. Las cepilladoras tienen un sólo tipo de movimiento de su brazo o carro, éste es de vaivén, mientras que los



movimientos para dar la profundidad del corte y avance se dan por medio de la mesa de trabajo.

- Características

Los cepillos emplean una herramienta de corte de punta, semejante a la del torno. Esta herramienta se fija a un portátil o poste, fijado a su vez a una corredera o carro, como ya se mencionó, ésta tiene movimiento de vaivén, empujando la herramienta de corte de un lado a otro de la pieza. La carrera de la corredera hacia adelante es la carrera de corte. Con la carrera de regreso, la herramienta regresa a la posición inicial. Cuando regresa, la mesa y la pieza avanzan la cantidad deseada para el siguiente corte, es decir, un arete (carro) impulsa la herramienta de corte en ambas direcciones en un plano horizontal, con un movimiento alterno. Este movimiento rectilíneo alternativo comprende una carrera activa de ida, durante la cual tiene lugar el arranque de viruta, la carrera de retorno pasiva en vacío.

## **2.2. Conceptos para las prácticas intermedias**

En el contexto de las prácticas intermedias se manejan conceptos que ya abarcan la primera parte del área profesional, lo cual permite enriquecer los cursos teóricos con experiencias presencial en la industria, por lo que se torna cada vez más importante dentro del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería Mecánica. En este punto ya se tienen conceptos claros de termodinámica, mantenimiento de equipos industriales y hospitalarios. Por lo que se presta para dar una perspectiva más real de los mismos y sus aplicaciones en el campo laboral.

### 2.2.1. Sistema de generación y distribución de vapor

En su forma más simple (convencionales), un sistema de generación de vapor consiste de dos partes esenciales:

- La cámara de destilación o evaporador: donde el agua es calentada y convertida en vapor.
- El condensador: en el cual el vapor es convertido en líquido.

La fuente de calor empleada para vaporizar el agua en las plantas generadora de vapor, es vapor de alta o baja presión, el que a su paso por los serpentines de calentamiento, se condensa, cediendo su calor latente al agua cruda que va a ser evaporada. Así, en un evaporador existen dos fuentes de agua destilada. Una, es el condensado de vapor que se ha empleado en calentar el agua, la cual reemplaza al vapor usado por el evaporador uno puede, por lo tanto, ser considerada como *repuesto*. La otra, es el vapor condensado que se convierte en vapor y posteriormente se condensa, los sólidos en suspensión o disueltos en el agua permanecen en la cámara de destilación, a menos que sean arrastrados mecánicamente por el vapor o que pasen en forma de gases.

Los generadores de vapor utilizados en los campos petrolíferos difieren significativamente de las calderas convencionales. Estas, por lo general, se utilizan para generar vapor saturado o quizás vapor sobrecalentado para mover turbinas de vapor.

Debido a las altas velocidades del fluido es necesario separar el vapor del líquido antes de que el vapor sea dirigido a las turbinas, pues de lo contrario las gotas de líquido las dañarían. Como alternativa se puede utilizar el vapor sobrecalentado para evitar la separación líquido vapor. La separación se puede

lograr mediante tambores giratorios, haciendo uso de las fuerzas centrífugas y de inercia, resultante de su rotación. El agua condensada es recogida corriente debajo de las turbinas para reutilizarla, por lo cual requiere muy poca agua de reemplazo. Una vez que se trata el volumen inicial de agua, los costos adicionales de tratamiento están limitados por aquellos asociados con el agua de reemplazo, es decir, las operaciones petroleras de campo requieren grandes cantidades de vapor para la inyección continua y por largo tiempo en los yacimientos. Como esencialmente en estos casos no hay agua condensada limpia para ser reutilizada se requiere que el costo de tratamiento del agua sea relativamente bajo.

Los generadores de vapor del tipo de una sola bombeada o de un sólo paso se conocen también como generadores de vapor húmedo y se utilizan exclusivamente en los campos petroleros. Específicamente fueron desarrolladas para aplicaciones en los campos petroleros en los inicio de los años 60 y difieren de una caldera auténtica en que no tienen un tambor de separación, no requieren recirculación ni purga.

El sistema de vapor utilizado en la industria, están formados principalmente por calentadores y calderas.

- Calentadores: con sus quemadores y un sistema de aire de combustión, sistema de tiro o de presión para extraer del horno el gas de chimenea, sopladores de hollín, y sistemas de aire comprimido que sellan las aberturas para impedir que escape el gas de la chimenea. Los calentadores utilizan cualquier combustible o combinación de combustible, como gas de refinería, gas natural, fuel y carbón en polvo.

- Calderas: son dispositivos utilizados para calentar el agua o generar vapor a una presión superior a la atmosférica. Las calderas se componen de un comportamiento donde se consume el combustible y otro donde el agua se convierte en vapor. Son instalaciones industriales, que aplicando el calor de un combustible sólido, líquido o gaseoso, vaporizan el agua para aplicaciones en la industria.

La mayoría de las calderas o generadores de vapor tienen muchas cosas en común. Normalmente en el fondo esta la cámara de combustión o el horno en donde es más económico introducir el combustible a través del quemador en forma de flama. El quemador es controlado automáticamente para pasar solamente el combustible necesario para mantener la presión en el vapor deseada. La flama o el calor es dirigido o distribuido a las superficies de calentamiento, que normalmente son tubos, fluxes o serpentines.

En conjunto a la caldera existen múltiples controles de seguridad, para aliviar la presión si ésta se incrementa mucho, para apagar la flama si el nivel del agua es demasiado bajo o para automatizar el control de nivel del agua. Un tubo de vidrio con una columna de agua generalmente se incluye, para mostrarle al operador el nivel interno del agua en la caldera.

#### **2.2.1.1. Operación de generadores de vapor**

Un generador de vapor es una máquina o dispositivo de ingeniería, donde la energía química, se transforma en energía térmica. Generalmente es utilizado en las turbinas de vapor para generar vapor, habitualmente vapor de agua, con energía suficiente como para hacer funcionar una turbina en un ciclo de rankine modificado. Los generadores de vapor se diferencian de las calderas por ser mucho más grandes y complejos.

En el proceso de generación inicia con el suministro de agua, el cual debe ser constante y de ser posible debe contenerse en un depósito específico para el mismo. La fuente de agua deber ser constante por ejemplo el afluente de ríos, lagos u otros recursos híbridos. Se recomienda un depósito de almacenamiento, el cual también ayuda a la sedimentación del material solido que el mismo pueda contener.

#### **2.2.1.2. Mantenimiento de generadores de vapor**

La labor del Departamento de Mantenimiento está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador, ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones la maquinaria y herramienta, calderas, hogares, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte, riesgos en el área laboral.

- Objetivos del mantenimiento

El diseño e implementación de cualquier sistema de generación de vapor y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

En el caso del mantenimiento, su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos

- Optimización de la disponibilidad de suministros e insumos
- Disminución de los costos de mantenimiento
- Optimización de los recursos humanos

- Maximización de la vida de las calderas y equipo relacionado
- Tipos de manteminientos

Es trabajo del Departamento de Mantenimiento delimitar hasta ddónde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces.

- Mantenimiento correctivo

Es aquél que se ocupa de la reparacion una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

- Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo): éste se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.
- Mantenimiento curativo (de reparación): éste se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla. Suelen tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas, por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla. Mientras se prioriza la reparación sobre la gestión, no se puede prever, analizar, planificar, controlar, rebajar costos.

### **2.2.1.3. Sistemas de distribución de vapor**

Los sistemas de distribución de vapor son parte esencial dentro de un sistema de vapor, pues recibe el vapor en la salida de la caldera y lo coloca en el lugar o lugares precisos que se necesitan. Es indispensable tomar en cuenta las pérdidas de temperatura, presión y cantidad de calor en todo momento, a causa muchas veces de la distancia a recorrer con lo mismo. Un sistema de distribución se fundamenta en la hermeticidad de los conductos y conectores, los cuales dan un valor mayor a la pérdida de energía dentro del sistema. El vapor, que es básicamente agua en estado gaseoso presenta por si misma sus propias dificultades, por ser un elemento tan especial y uno el agua y sus derivados.

### **2.2.1.4. Válvulas, trampas de vapor, reguladores de presión**

- Válvulas de regulación de presión

También llamadas válvulas de seguridad o válvulas de alivio, están diseñadas para liberar fluido cuando la presión interna supera el umbral establecido. Su misión es evitar una explosión, el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión. Existen también, las válvulas de alivio que liberan el fluido cuando la temperatura supera un límite establecido. Estas válvulas son llamadas válvulas de alivio de presión y temperatura.

Las válvulas de alivio se pueden encontrar a nivel industrial, comercial y doméstico. En general, en cualquier lugar donde circule o se mantenga un fluido que esté sometido a cambios de presión y/o temperatura se puede observar este tipo de válvulas. A continuación se describen los distintos tipos de válvulas:

- Mecánicos: el mecanismo de alivio consiste en un tapón que mantiene cerrado el escape. Un resorte conserva este tapón en posición evitando que el fluido se escape del contenedor o tubería. Cuando la presión interna del fluido supera la presión del resorte el tapón cede y el fluido es expulsado a través del escape. Una vez que la presión interna disminuye el tapón regresa a su posición original. El umbral de presión que determina el punto de liberación del fluido se ajusta aumentando o reduciendo la presión que el resorte ejerce sobre el tapón con un tornillo que lo atraviesa por su centro.
- Las válvulas de alivio de presión y temperatura tienen un segundo mecanismo para liberar la presión que es activado cuando se alcanza determinada temperatura. Estas válvulas se abrirán cuando ocurra uno de estos dos eventos: presión por arriba del umbral o temperatura por arriba del umbral, lo que ocurra primero.
- Eléctricos: las válvulas eléctricas de alivio cuentan con los dos módulos, un presostato y una electroválvula. El presostato se puede ajustar para que dispare la electro-válvula a la presión deseada.
- Electrónicos: los sistemas más avanzados en lugar de un presostato tienen un transductor de presión que envía una señal a un cuarto de control. Aquí un operador de manera manual o programando una computadora decide a que presión se abra o cierre la electro válvula.



- Trampa de vapor

Son empleadas para funciones que no son tan aparentes. Cuando el sistema de vapor se interrumpe o apaga, aire ingresa en las tuberías para ocupar el espacio del vapor en compañía con el condensado generado. Las trampas para vapor deben por tanto, desalojar ese aire en el momento de arranque de estos sistemas. Las tres importantes funciones de las trampas para vapor son:

- Descargar condensado
- No permitir escape de vapor
- Ser capaces de desalojar aire y gases

Existen varios tipos de trampas para vapor, no todas ellas son capaces de cumplir correctamente las funciones antes mencionadas. Dichas trampas se pueden clasificar en tres principales categorías:

**Mecánicas:** las trampas mecánicas trabajan con el principio de diferencia entre la densidad del vapor y la del condensado. Por ejemplo, un flotador que haciendo a medida que el nivel del condensado se incrementa, abriendo una válvula, pero que en presencia del vapor la mantiene cerrada. Las trampas mecánicas no pueden permitir el venteo de aire o de gases no condensables, sin embargo puede incorporarse un elemento térmico en algunas versiones. Estos elementos son versiones miniaturas de las trampas termostáticas.

**Termostáticas:** operan por la percepción de la temperatura del condensado. Cuando la temperatura cae a un específico valor por debajo de la temperatura del vapor, la trampa termostática abrirá para liberar el condensado.

Termodinámica: opera con la diferencia entre el flujo del vapor sobre una superficie, comparada con el flujo del condensado sobre la misma superficie.

- Reguladores de presión

Son aparatos de control de flujo diseñados para mantener una presión constante aguas abajo de los mismos. Éste debe ser capaz de mantener la presión, sin afectarse por cambios en las condiciones operativas del proceso para el cual trabaja. La selección, operación y mantenimiento correcto de los reguladores garantiza el buen desempeño operativo del equipo al cual provee el gas. Los reguladores reductores de presión son equipos de control de flujo diseñados para mantener una presión constante aguas abajo de ellos, independientemente de las variaciones de presión a la entrada o los cambios de requerimientos de flujo. La *carcaza* y los mecanismos internos que componen un regulador, automáticamente controlan o limitan las variaciones de presión a un valor previamente establecido.

### **2.2.2. Inyección electrónica en motor de combustión interna**

Es necesario introducir el tema de motores en el curso, por lo cual se describe brevemente respecto de motores de combustión interna.

- Motores de combustión interna

Es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química de un combustible que arde dentro de una cámara de combustión. Su nombre se debe a que dicha combustión se produce dentro de la máquina en sí misma, a diferencia, por ejemplo, la máquina de vapor.

Los motores Otto y los diesel tienen los mismos elementos principales, (bloque, cigüeñal, biela, pistón, culata, válvulas) y otros específicos de cada uno, como la bomba inyectora de alta presión en los diesel, o antiguamente el carburador en los Otto. En los 4T es muy frecuente designarlos mediante su tipo de distribución: SV, OHV, SOHC, DOHC. Es una referencia a la disposición del (o los) árbol de levas.

- Cámara de combustión

Es un cilindro, por lo general fijo, cerrado en un extremo y dentro del cual se desliza un pistón muy ajustado al cilindro. La posición hacia dentro y hacia fuera del pistón modifica el volumen que existe entre la cara interior del pistón y las paredes de la cámara. La cara exterior del pistón está unida por una biela al cigüeñal, que convierte en movimiento rotatorio el lineal del pistón.

- Sistema de alimentación

El sistema de alimentación de combustible de un motor Otto consta de un depósito, una bomba de combustible y un dispositivo dosificador de combustible que vaporiza o atomiza el combustible desde el estado líquido, en las proporciones correctas para poder ser quemado. Se llama carburador al dispositivo que hasta ahora venía siendo utilizado con este fin en los motores Otto. Ahora los sistemas de inyección de combustible lo han sustituido por completo por motivos medioambientales. Su mayor precisión en el dopaje de combustible inyectado reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>, y aseguran una mezcla más estable. En los motores diesel se dosifica el combustible gasoil de manera no proporcional al aire que entra, sino en función del mando de aceleración y el régimen motor (mecanismo de regulación) mediante una bomba inyectora de combustible.

- Sistema de distribución

Cada cilindro toma el combustible y expulsa los gases a través de válvulas de cabezal o válvulas deslizantes. Un muelle mantiene cerradas las válvulas hasta que se abren en el momento adecuado, al actuar las levas de un árbol de levas rotatorio movido por el cigüeñal, estando el conjunto coordinado mediante la cadena o la correa de distribución

- Encendido

Los motores necesitan una forma de iniciar la ignición del combustible dentro del cilindro. En los motores Otto, el sistema de ignición consiste en un componente llamado bobina de encendido, que es un auto-transformador de alto voltaje al que está conectado un conmutador que interrumpe la corriente del primario para que se induzca un impulso eléctrico de alto voltaje en el secundario. Dicho impulso está sincronizado con la etapa de compresión de cada uno de los cilindros; el impulso se lleva al cilindro correspondiente (aquel que está comprimido en ese momento) utilizando un distribuidor rotativo y unos cables de grafito que dirigen la descarga de alto voltaje a la bujía. El dispositivo que produce la ignición es la bujía que, fijado en cada cilindro, dispone de dos electrodos separados unas décimas de milímetro, entre los cuales el impulso eléctrico produce una chispa, que inflama el combustible.

- Refrigeración

Dado que la combustión produce calor, todos los motores deben disponer de algún tipo de sistema de refrigeración. Algunos motores estacionarios de automóviles y de aviones y los motores fueraborda se refrigeran con aire. Los cilindros de los motores que utilizan este sistema

cuentan en el exterior con un conjunto de láminas de metal que emiten el calor producido dentro del cilindro. En otros motores se utiliza refrigeración por agua por lo que los cilindros se encuentran dentro de una carcasa llena de agua que en los automóviles se hace circular mediante una bomba. El agua se refrigera al pasar por las láminas de un radiador. Es importante que el líquido que se usa para enfriar el motor no sea agua común y corriente porque los motores de combustión trabajan regularmente a temperaturas más altas que la temperatura de ebullición del agua. Esto provoca una alta presión en el sistema de enfriamiento dando lugar a fallas en los empaques, sellos de agua y en el radiador; se usa un refrigerante, pues no hierve a la misma temperatura que el agua y se congela a temperaturas muy bajas.

- Sistema de arranque

Al contrario que los motores y las turbinas de vapor, los motores de combustión interna no producen un par de fuerzas cuando arrancan (véase Momento de fuerza), lo que implica que debe provocarse el movimiento del cigüeñal para que se pueda iniciar el ciclo. Los motores de automoción utilizan un motor eléctrico conectado al cigüeñal por un embrague automático que se desacopla en cuanto arranca el motor. Por otro lado, algunos motores pequeños se arrancan a mano girando el cigüeñal con una cadena o tirando de una cuerda que se enrolla alrededor del volante del cigüeñal.



### **3. PREPARACIÓN DEL MANUAL PARA PRÁCTICAS INICIALES**

#### **3.1. Metodología del contenido de cada práctica**

Las prácticas de laboratorio están elaboradas de tal manera que el estudiante pueda comprender en una forma clara todos los aspectos con los que cuenta cada una como ser:

- **Objetivos:** los cuales proporcionan los aspectos primordiales de cada práctica y señalan cual es su fin, para de esta manera hacer énfasis en el estudiante de los puntos que debe analizar con más cuidado antes de llegar a tener contacto con el equipo de laboratorio.
- **Equipo:** se detalla en cada una de las prácticas el equipo necesario para poder realizarlas el cual se pretende sea lo más accesible en cuanto a adquisición cuando no se cuente con él.
- **Magnitudes físicas y variables termodinámicas a medir:** se trata de una lista con cada una de las magnitudes y variables que deben ser medidas durante el desarrollo de la práctica.
- **Desarrollo experimental:** en esta parte se trata de una manera detallada la forma en que deben realizarse las mediciones de las magnitudes físicas y de las variables termodinámicas, además de los cuidados que deben seguirse durante cada uno de los procesos que se realizarán en el laboratorio, se adjuntan tablas en los casos donde deben tomarse varias

medidas de una misma variable, los cálculos a realizar, como también gráficas donde se ejemplifica los posibles resultados a obtener, de los cuales el estudiante deberá dar sus respectivas conclusiones.

- Realización de reporte: es el espacio para demostrar en un reporte todo el conocimiento adquirido en las prácticas así como el fundamento teórico del mismo.

### **3.2. Preparación de la práctica No. 1: herramientas y mediciones**

#### Objetivos

- Definir sistema métrico de medición.
- Que el estudiante de una manera experimental logre tener contacto con el equipo de medición usado en la industria.
- Que por medio de un análisis gráfico de los valores medidos y sus incertezas podamos dar identificar el valor más correcto de la medida.
- Realizar operaciones secundarias a partir de los datos obtenidos con las mediciones.

#### Equipo

- Cinta métrica
- Vernier
- Micrómetro
- Limas
- Cinceles
- Esfera
- Arandela 1



- Arandela 2
- Cubo
- Cilindro
- Trozo de acero
- Trozo de madera

#### Magnitudes físicas y variables a medir

- Longitud de un elemento liso en todas sus caras
- Diámetro interior de un elemento circular
- Diámetro exterior de un elemento circular
- Grosor de un elemento delgado
- Diámetro de una esfera
- Incertezas en todos los casos

#### Desarrollo experimental

Primera parte: proceso de medición del área de trabajo del aula.

- Para el desarrollo de esta parte se requiere la medición del largo y el ancho del salón de clase. Dependiendo de la cinta métrica que se consiga se tenga a disposición, puede que sea necesario extender varias veces la cinta para alcanzar la longitud deseada. En este caso debe tenerse cuidado con las medidas parciales, para que las mismas no alteren el valor final de la medida. En este caso la medida de incerteza se tomara como el valor más pequeño que el instrumento pueda medir.
- Posteriormente se invita a realizar las mediciones requeridas con todos los instrumentos propuestos para la práctica, tomando en cuenta las

incertezas en toda medición, tomando mayor énfasis en las mediciones de diámetros y grosores, pues es allí donde podrá ser más notoria la diferencia en este proceso y el instrumento a utilizar.

- Con los datos tomados en el primer paso, calculen el área, en metros al cuadrado del taller de laboratorio, tomando en cuenta la incerteza de las medidas.
- Presentar la respuesta de modo gráfico en una línea de valor con incerteza.
- Una vez obtenidos los datos de las mediciones de las dimensiones de los distintos elementos propuestos, graficar el valor medido con cada uno los valores encontrados y sobrepuestos con los distintos aparatos de medición.
- Realizar el cálculo de área superficial y volumen de los distintos elementos, tomando en cuenta la incerteza para los cálculos y la presentación de la respuesta.

Segunda parte: uso de herramientas de banco en un taller.

- En un segundo momento se busca conocer algunas de las herramientas más usadas dentro de un taller para trabajos menores de banco.
- Se ofrece una breve introducción respecto a las limas, seguetas y cinceles para poder saber en general, el funcionamiento correcto de los mismos y sus aplicaciones,

- En un trozo de madera de tamaño mediano, se realiza una pequeña experimentación con cada una de las herramientas, buscando que todos participantes del grupo tengan acceso a experimentar lo mismo.

#### Entrega de reporte

- Es necesaria una introducción específica de los contenidos adquiridos en la práctica, plantando los objetivos generales y específicos que engloben todos los contenidos abarcados en la misma. Un marco teórico que tenga todo el fundamento necesario para la realización del reporte.
- Ya en el área práctica se requiere la presentación las gráficas propuestas en el desarrollo experimental.
- Se culmina cada gráfica con una breve conclusión y un conjunto de conclusiones generales de la práctica al finalizar la misma.
- Es necesario finalizar el reporte con la presentación de las referencias bibliográficas.

### **3.3. Preparación de la práctica No. 2: mecánica en banco**

#### Objetivos

- Tener un primer contacto con equipo de trabajo industrial.
- Que el estudiante vea y experimente en un primer momento todo el conocimiento y la práctica necesaria para el correcto manejo del torno.
- Que se realice una pequeña experiencia de trabajo de banco en el cepillo para conocer más de su funcionamiento y limitaciones.

- Que el estudiante evalúe los riesgos de un equipo de ese calibre implica para la seguridad del operador y las personas alrededor del área de trabajo.

### Equipo

- Trozo de madera
- Trozo de cilindro metálico
- Buril
- Torno
- Cepillo
- Limpiadores
- Lentes de seguridad
- Bata de trabajo
- Vernier
- Micrómetro

### Magnitudes físicas y variables a medir

- Longitud de desgaste del torno
- Diámetros de las piezas
- Superficie desgastada

### Desarrollo experimental

Primera parte: proceso de reconocimiento de los equipos presentes en el área de trabajo.

- Realizar un listado de todos los equipos de trabajo de banco.

- Realizando en grupos de trabajo, estimen el espacio físico mínimo necesario para cada una de las maquinas para que su ocupante pueda tener la libertad de trabajo en el mismo. Luego Compare con los compañeros y argumente su respuesta con acciones concretas dispuestas a desarrollarse en cada equipo.
- Compare el área estimada en consenso en el grupo de trabajo con el área actualmente delimitada en el suelo para trabajo y concluyan sobre las recomendaciones que deberán hacerse al instructor para futuros laboratorios.

Segunda parte: uso de herramientas de banco en un taller.

- En un segundo momento se busca conocer algunas de las herramientas más usadas dentro de un taller para trabajos menores de banco.
- Ofrecer una breve introducción respecto a las limas, seguetas y cinceles para poder saber en general, el funcionamiento correcto de los mismos y sus aplicaciones.
- En un trozo de madera de tamaño mediano, se realiza una pequeña experimentación con cada una de las herramientas, buscando que todos participantes del grupo tengan acceso a experimentar lo mismo.

Entrega de reporte

- Realice una introducción específica de los contenidos adquiridos en la práctica, plantando los objetivos generales y específicos que engloben todos los contenidos abarcados en la misma. Un marco teórico que tenga

todo el fundamento necesario para la realización del reporte.

- Ya en el área práctica se requiere la presentación las gráficas propuestas en el desarrollo experimental
- Se culmina cada gráfica con una breve conclusión y un conjunto de conclusiones generales de la práctica al finalizar la misma.
- El reporte presenta las referencias bibliográficas.

### **3.4. Preparación de la práctica No. 3: soldadura eléctrica**

#### Objetivos

- Tener un primer contacto con equipo de soldadura eléctrica.
- Que el estudiante tenga una experiencia de trabajo con la soldadura eléctrica y que ya con esa experiencia pueda concretar un conocimiento claro del mismo.
- Que se realice las primeras experiencias de los tipos de trabajos de banco que se pueden realizar con este equipo.
- Que el estudiante descubra las ventajas y debilidades que presenta el uso de la soldadura eléctrica dentro del campo de aplicación de la carrera.

#### Equipo

- Dos Piezas de acero sólido
- Doce electrodos 6013
- Martillo de sobrantes

- Cubeta con agua para refrigeración
- Guantes de seguridad
- Careta de soldadura
- Maquina de soldadura eléctrica
- Material de aporte
- Equipo de protección

#### Magnitudes físicas y variables a medir

- No se tiene magnitudes a medir, sino la destreza para realizar las uniones requeridas.

#### Desarrollo experimental

##### Primera parte: unión entre dos piezas metálicas

- El inicio se hace realizando líneas de soldadura sobre el acero de un grosor relativo para no producir un corte en el mismo. Se desea que estas rayas sean lo más rectas posibles. Al finalizar las líneas horizontales, se invita a realizar las mismas de forma vertical hasta concluir toda el área superficial.
- Luego de lograr realizar una franja de líneas rectas se invita a rellenar entre dos franjas, para lograr un alisado entre dos ranuras con el aporte del material del electrodo.
- En un tercer momento se busca realizar la unión entre dos piezas metálicas de las mismas dimensiones y grosores mediante el uso de un electrodo 6013, cada uno de los participantes del grupo realizara a su

elección una unión plana, horizontal y una vertical a su elección, compartiendo con los otros compañeros las dificultades y experiencias al realizarlo.

- Luego se propone realizar la unión de un material metálico pero de distinta forma y dimensiones.
- Como tercera etapa se busca realizar la unión entre dos elementos separados utilizando material de aporte.
- Registrar todos los logros realizados por medio de evidencia fotográfica, así como los pasos detallados para lograrlo.

#### Entrega de reporte

- Dar una introducción específica del equipo utilizado en la práctica, plantando los objetivos generales y específicos que engloben todos los contenidos de la práctica. Un marco teórico que tenga todo el fundamento necesario para la realización del reporte.
- Se culmina el reporte con una explicación detallada de los procesos realizados para alcanzar la meta en cada uno de los objetivos requeridos, así como la explicación de cada fotografía.
- Finalizar el reporte con la presentación de las referencias bibliográficas.



### **3.5. Preparación de la práctica No. 4: soldadura oxiacetilénica**

#### Objetivos

- Tener contacto con equipo de soldadura oxiacetilénica.
- Que el estudiante tenga una experiencia de trabajo con la soldadura oxiacetilénica y que ya con esa experiencia pueda concretar un conocimiento claro del mismo.
- Que se realice las primeras experiencias de los tipos de trabajos que se pueden realizar con este equipo.
- Que el estudiante descubra las ventajas y debilidades que presenta el uso de la soldadura oxiacetilénica dentro del campo de aplicación.
- Tener un punto de comparación entre los dos tipos de soldaduras propuestas en este taller.

#### Equipo

- 1 Pieza larga de acero solidó
- Cubeta con agua para refrigeración
- Guantes de seguridad
- Lentes de soldadura
- Equipo de soldadura oxiacetilénica
- Equipo de corte con soldadura oxiacetilénica
- Material de aporte
- Equipo de protección

#### Magnitudes físicas y variables a medir

- No se tiene magnitudes a medir, sino la destreza para las uniones.

- Se compara la experiencia con respecto a la práctica anterior.

#### Desarrollo experimental

Primera parte: corte de una pieza metálica gruesa.

- Iniciar la práctica dando una pequeña inducción a los estudiantes acerca de los peligros y cuidados a tomar en cuenta para el uso correcto de este equipo. Se hace énfasis en que es un material altamente explosivo y peligroso.
- Introducir a los jóvenes a la forma correcta de usar todo el equipo de protección y se enfatiza la necesidad de usarlo
- Mostrar las partes que componen el sistema y los cuidados que se debe tener al usarlos, instalarlos y transportarlos. Se muestra la diferencia de las boquillas de corte y de unión.
- Realizar una primera experiencia de corte con una esquina lateral de la pieza metálica.
- Luego, se realiza un corte por cada uno de los estudiantes que integran el grupo, a fin de concluir con varias secciones metálica.

Segunda parte: unión entre dos piezas metálicas.

- Se propone la unión de distintas formas de las piezas por cada uno de los integrantes del grupo hasta formar una figura abstracta de todas las piezas que se tiene.

- Registrar todos los logros realizados por medio de evidencia fotográfica, así como los pasos detallados para lograrlo.
- Realizar una discusión acerca de las ventajas y desventajas que ese sistema representa en comparación con la soldadura eléctrica.

#### Entrega de reporte

- Se requiere una introducción específica del equipo utilizado en la práctica, plantando los objetivos generales y específicos que engloben todos los contenidos de la práctica. Un marco teórico que tenga todo el fundamento necesario para la realización del reporte.
- Culminar el reporte con una explicación detallada de los procesos realizados para alcanzar el objetivo en cada uno de los objetivos requeridos, así como la explicación de cada fotografía.
- Finalizar el reporte con la presentación de las referencias bibliográficas.



## **4. PREPARACIÓN DEL MANUAL PRÁCTICO PARA PRÁCTICAS INTERMEDIAS**

En este manual se busca dar un conocimiento general a los estudiantes de los principios básicos de las calderas y su funcionamiento, así como también se hace una primera introducción a los temas de motores de combustión interna dándoles la oportunidad de experimentar bajo una supervisión constante.

### **4.1. Preparación de la práctica No.1: arranque y apagado correcto de una caldera**

#### Objetivo

- Conocer los diferentes controles y componentes comunes a todas las calderas físicamente.
- Realizar los debidos procedimientos previos al arranque.
- Poner en marcha a la operación de trabajo.
- Aprender los diferentes pasos a efectuar para apagar correctamente la caldera y tenerla en óptimas condiciones para su posterior utilización sin pérdida innecesaria de tiempo.

#### Equipo

- Caldera piro tubular Cleaver Brooks de 4 pasos, 125 hp
- Equipos auxiliares

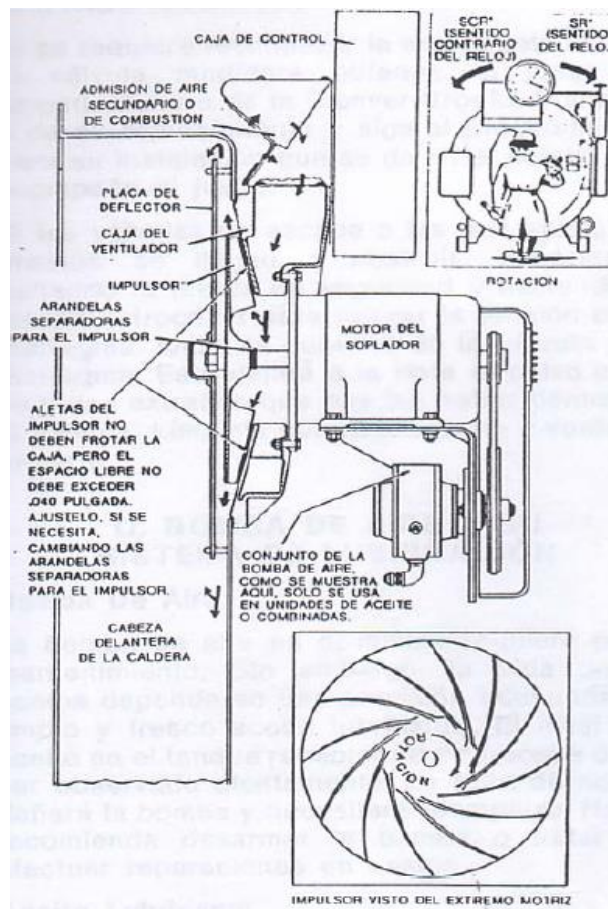
## Desarrollo experimental

Primera parte: los pasos que se muestran a continuación son para el arranque de calderas de 125 a 350 caballos de fuerza, que utilizan como combustible aceite número 2 o diesel y aceite número 6 o búnker. Cabe mencionar que los procedimientos son exclusivamente para calderas pirotubulares de 4 pasos marca Cleaver Brooks, pero también pueden ser aplicables a otras marcas y tipos teniendo el cuidado en el funcionamiento específico de cada uno de los controles y componentes que las conforman.

- Verificar el abastecimiento del combustible, que el voltaje sea adecuado, examine si hay fusibles quemados. Abrir los cortacircuitos, buscar las sobrecargas saltadas. Probar el restablecimiento de todos los arranques y controles que tienen dispositivos de restablecimiento manual. Pruebe el interruptor de seguridad en el programador y restablecer si es necesario. El indicador del motor cronométrico debe estar en la posición del punto (.).
- Revisar nivel de agua en la caldera. Esto puede verificarse mediante la observación de la mira de vidrio para el nivel del agua del McDonnell & Miller (ver columna de agua). La caldera debe estar ya llena con agua al nivel de operación normal y esta agua debe tener la misma temperatura del ambiente. Verificar qué agua de abastecimiento tratada está disponible. En calderas de vapor abrir la válvula de escape para dar salida al aire desplazado durante el llenado. Dejar abierta hasta observar el escape de vapor después de que funcione el quemador.
- Examinar toda articulación a ver si hay movimiento libre y completo del registro, válvulas y levas moduladoras.

- Probar la rotación de cada motor cerrando momentáneamente el relevador o arranque del motor. La rotación del impulsor del soplador es en la dirección de las manecillas del reloj estando uno dando frente a la parte delantera de la caldera. La rotación de la bomba de aire es en la dirección de las manecillas del reloj cuando se observa al extremo motriz.

Figura 1. **Flujo de aire secundario o de combustión**



Fuente: Cleaver, Brooks, *Manual de operación mantenimiento y repuestos de 125 a 350 C*, p. 7.

- Antes de poner las bombas de abastecimiento de agua o de aceite en marcha cerciorar de que toda válvula en las líneas estén abiertas o en la posición apropiada.
- Antes de arrancar, examinar el nivel del aceite lubricante para la bomba de aire. Agregar una cantidad de aceite, si se necesita, para elevar el nivel al punto medio de la mira de vidrio o un poco más. Usar el aceite detergente SAE 20.
- Examinar el nivel de aceite del colador de aire o filtro de aire. Nunca opere la bomba de aire a menos que el filtro de aire esté en su sitio. Hay que inspeccionar el dispositivo entero ocasionalmente, enjuagar y limpiar su elemento interno. El nivel apropiado de aceite tiene que ser conservado en el filtro.
- Verificar que la correa V, que hace la bomba funcionar esté en la posición correcta y que tenga la tensión apropiada.
- El abastecimiento y la presión de aire para atomización en calderas de aceite deben ser inspeccionados. Para comprobar el flujo y presión del aire, tirar el interruptor del quemador para dar fuerza al relevador de programación. Retirarlo hacia atrás inmediatamente. El programador seguirá por su ciclo menos la ignición y sin dar energía a las válvulas del combustible. Notar la graduación en el manómetro de presión de aire. Sin el flujo de combustible la presión mínima debe ser 7 psi.
- Si no hay obstrucciones, restrinja el flujo de aire por medio del tornillo de ajuste en la válvula.



- La presión del aire aumentará cuando se presente un flujo de combustible. En la asignación de fogueo bajo, la presión del aire debe establecerse a unos 12 psi con aceite pesado y un poco más con aceite liviano. La forma y tamaño de la llama durante bajo fogueo indicará si se necesitan ajustes adicionales. En alto fogueo, la presión no debe sobrepasar 25 psi. Presiones más vigorosas resultarán en deterioro excesivo de la bomba y aumenta el gasto del aceite lubricante.
- Cuando el manómetro de la presión del aire montado en el tirador indica presiones anormalmente altas significa que se obstruye la boquilla del inyector. En este caso examine la boquilla y límpiela como sea necesario.
- Preparaciones para fogueo con aceite número 2, series 100 - 200: antes del fogueo inicial, hay que establecer y verificar el flujo y la presión de aceite. La presión de aire para atomización debe ser establecida como lo explica el paso i. El diagrama esquemático del flujo de aceite liviano demuestra el flujo de aceite y aire para atomización.
- Si el quemador pertenece a una unidad combinada (aceite-gas), cerciórese de que la llave de cierre de gas principal esté cerrada y el interruptor selector de gas/aceite esté en la posición *oil (aceite)*. Mover el conjunto del tirador a la posición delantera y poner la aldaba en posición.
- Flujo de aceite: Abrir todas las válvulas en las líneas de succión y regreso. Si el tanque de abastecimiento del aceite se localiza sobre el nivel de la bomba y el aceite fluye a ella por gravedad, entonces usualmente será preciso abrir la línea de succión para dejar que el aceite la llene. Generalmente se realiza esto abriendo una grieta en un encaje

de unión teniendo cuidado de no derramar aceite. Apriete el encaje tan pronto como aparezca el aceite. Si el tanque de abastecimiento de aceite está debajo del nivel de la bomba, es *indispensable* llenar la línea con aceite completamente antes de poner la bomba en marcha, para evitar daño al engranaje de la bomba. Esto será el resultado de operación sin lubricación suplido por el aceite combustible. Por eso no debe emplearse fluidos no lubricantes, como la nafta, para cebar la línea.

- Si el abastecimiento de combustible proviene de un lazo a presión, se asume que la presión del lazo se encuentra a 75 psi al menos. La caldera en este caso, no tendría una bomba suministrada como equipo estándar. Bajo tales circunstancias hay que ajustar la válvula de escape en el bloque terminal al punto en que no funciona.
- Al terminar con el cebo de la línea de succión y antes del arranque inicial, examinar de nuevo a ver si todos los tapones, conexiones, etc. están bien apretados para evitar goteo.
- Las calderas con equipo estándar tienen un interruptor selector integrado al arranque del motor de la bomba de aceite. Dé energía momentáneamente al arranque para verificar si la bomba tiene la rotación correcta. Comprobada ésta, ponga la bomba en marcha para verificar la circulación del aceite.
- Leer el manómetro de presión de aceite para saber si ya se ha establecido el flujo de aceite. Si después de algunos minutos el manómetro no marca presión, parar la bomba y volver a cebarla. Si el tanque de abastecimiento está más bajo, es posible que el cebo inicial, seguido por operación de la bomba, no produzca flujo de aceite.

Razones posibles son obstrucción en la línea de succión, altura excesiva de aspiración, un cebo inadecuado, aberturas en la línea de succión, etc. Si el flujo de aceite no se establece fácilmente, evite que la bomba siga funcionando mucho para reducir el peligro de daño a los componentes internos de la bomba al grado mínimo. Si no se establece el flujo de aceite al probar de cebarla 2 o 3 veces, se requiere una investigación completa para determinar la causa.

Un vacuómetro (manómetro de presión positiva y negativa) debe ser instalado a la entrada de succión de la bomba y observado para ver lo que marca, anotándolo para referencia en el futuro. Si las condiciones de un vacuo existen, estos datos revelarán la calidad del sistema como vacuó. Se aconseja mantener un vacuo de menos de 10" W.C. Un vacuó que sobrepasa este valor puede dejar el aceite vaporizar resultando en cavitación, pérdida del cebo y condiciones inestables de fogeo.

- Presión del aceite: la presión del abastecimiento de aceite es controlada por medio de ajustes en la válvula de escape de presión al bloque terminal. Se debe instalar un manómetro de presión y ajustar la válvula de escape para conseguir una indicación mínima de 75 psi cuando el quemador está operando a su potencia máxima.

Cuando un lazo a presión suministra el aceite a varias calderas conectadas la válvula de escape en el lazo debe mostrar esta indicación. En esta circunstancia hay que ajustar la válvula de escape en el bloque terminal de manera que no funcione en ninguna capacidad. Para volverla inoperable, enroscar el tornillo de ajuste hacia adentro lo más posible.

Ajustar el regulador para el conjunto de control del aceite de modo que el manómetro de presión del aceite hacia el quemador indique un valor de unos 40

psi. El manómetro de presión marcará un valor algo más bajo al prender la llama principal e irá bajándose un poco mientras aumenta la asignación del fogueo.

Una regulación final de flujo de aceite al inyector puede hacerse más tarde, si se necesita, ajustar los tornillos de ajuste en la leva moduladora.

Presión del aceite recomendada en operación de alto fogueo:

Abastecimiento de aceite 75 psi

Presión del aceite al quemador 30 - 45 psi

- Para el arranque inicial o arranque *en frío*, el interruptor manual-automático debe estar en la posición *manual* y el control manual de la llama colocado en *close*.
- Después del arranque de la caldera, se hace un precalentamiento de 20 a 30 minutos o hasta que la presión de vapor indique en el manómetro 40 lbs de presión.
- Esto se realiza a fuego bajo y a 12 lbs de presión de aire para atomización.
- Luego de haber alcanzado las 40 lbs. de presión, mover el interruptor a la posición de automático, para que automáticamente las demandas de carga rijan la asignación de fogueo por medio del control modulador. En este caso la presión de trabajo requerida o preestablecida es 90 lbs mínima y 125 lbs máximas. También se puede trabajar de forma manual

teniendo el control y cuidado constantemente para no rebasar los límites de presión de trabajo o los límites de presión que controla la válvula de seguridad. Cuando se trabaja en forma manual se deben manipular las válvulas que suministran petróleo de acuerdo a las condiciones de carga o requerimientos de vapor.

- Cuando se alcanza las 60 lbs. de presión de vapor, se procede a abrir las llaves o válvulas que darán paso al vapor a los puntos de trabajo o requerimientos de vapor. (En este caso se abren las válvulas o llaves que conducen el vapor a lavandería, dietética y general).
- Es importante que la temperatura del agua del tanque de condensado o agua de alimentación este a 60 grados centígrados, ya que produce un considerable ahorro de energía al suministrar agua a elevada temperatura porque se necesita menos energía calorífica (menos combustible por quemar) para llevar el agua al punto de ebullición o al punto que el agua se convierte en vapor, y lo más importante evita que se produzca daños severos por medio de choques térmico si se introdujera agua fría en el interior de la caldera.
- Preparaciones para fogueo con aceite núm. 6 o búnker, series 400-600: antes del fogueo inicial, hay que establecer y verificar el flujo, la temperatura y la presión de aceite. La presión de aire para atomización debe ser establecida como lo explica el paso i. El diagrama esquemático del flujo de aceite pesado, número 6 demuestra el flujo de aceite y aire para atomización.
- Si el quemador pertenece a una unidad combinada (gas-aceite), cerciórese que la llave de cierre de gas principal esté cerrada y el

interruptor selector de gas/aceite esté en la posición *oil*. Mover el conjunto del tirador a la posición delantera y poner la aldaba en posición.

- Flujo de aceite: Abrir todas las válvulas en las líneas de succión y de regreso del aceite. Abrir la válvula de desvío en el conjunto de control del aceite combustible hasta establecerse el flujo de aceite. Normalmente la válvula con orificio se deja en una posición cerrada. Sin embargo, en los arranques *en frío* se la puede abrir por cortos períodos para ayudar a establecer el flujo de aceite. Las válvulas de desvío y con orificio deben volverse a la posición cerrada inmediatamente después de que se haya establecido el flujo de aceite, lo cual se determina leyendo el manómetro de la presión del abastecimiento de aceite. No fijar las asignaciones de presión mientras las válvulas estén abiertas.
- Darle energía momentáneamente al arranque para verificar si la bomba tiene la rotación correcta. Una vez comprobada ésta, cebe con aceite el colador de la línea de succión y hacer arrancar la bomba de aceite combustible cerrando su interruptor de entrada de fuerza y observar el manómetro de la presión del conjunto de control para saber si ya se ha establecido el flujo de aceite. Si después de unos pocos minutos el manómetro no marca presión, parar la bomba y volver a cebarla de nuevo. El aceite pesado en el tanque de abastecimiento tiene que estar a tal temperatura que pueda suplir la viscosidad de aceite necesaria a un flujo a través de la bomba de aceite y líneas de succión. Si el flujo de aceite no se establece después de cebarla dos o tres veces, se exige identificar y corregir las condiciones que impiden el flujo para que el mecanismo interno de la bomba no sufra daños.

Un vacuómetro (manómetro de presión positiva y negativa) debe ser instalado a la entrada de succión de la bomba y obsérvese lo que marca y anotar para referencia en el futuro. Estos datos revelarán la calidad del sistema como vacuo.

Presión del aceite: se regula la presión del aceite en varios lugares distintos. El primero está en la válvula de escape en el calentador de aceite. Debe arreglar para que en la asignación de fogueo máximo se pueda leer una indicación de 75 psi al menos en el manómetro de la presión del abastecimiento de aceite.

Los otros ajustes pertenecen a los reguladores en el conjunto de control. Ajustar el regulador de presión de aceite combustible de modo que el manómetro de presión del aceite al quemador muestre una asignación de 45 psi. Ajustar la válvula de escape de contrapresión de modo que su manómetro muestre una asignación aproximadamente 10 psi menos que el manómetro de aceite al quemador. Una vez prendido el quemador se pueden hacer más ajustes a estas válvulas si se necesitan.

Los manómetros de presión indicarán valores más bajos cuando la llama principal se encienda. La presión disminuirá al subir la asignación de fogueo y viceversa. Las indicaciones en los dos manómetros del conjunto de control, a pesar de esta fluctuación, retendrán una diferencia casi constante de 10 psi.

Una regulación final de flujo de aceite al inyector puede hacerse más tarde, si se necesita, ajustando los tornillos de ajuste en la leva moduladora.

Presión del aceite recomendada en operación de alto fogueo:

- Manómetro de la presión del abastecimiento de aceite 75 psi (al menos en asignación máxima de fogueo)
- Manómetro de la presión de aceite al quemador 40 - 50 psi
- Manómetro de la presión del aceite devuelto 10 psi menos que la presión del abastecimiento de aceite.
- Temperatura del aceite: advertencia. Antes de tirar el interruptor del calentador de aceite a *on*, cerciórese que la cámara del calentador esté llena de aceite combustible, probado por la indicación que se lee en el manómetro de presión del aceite combustible.

Al verificar que la cámara está llena y hay circulación del aceite combustible, mover el interruptor del calentador de aceite a *on* haciéndolo funcionar. Ajustar el termostato eléctrico del calentador para mantener la temperatura del aceite aproximadamente a los 200° grados °F.

El calentador eléctrico en calderas equipadas para aceite número 6 es de un tamaño capaz de abastecer suficiente aceite calentado solamente para la asignación mínima de bajo fogueo y se suministra este calentador primariamente como conveniencia en arranques "en frío." Se suministran serpentines que utilizan o vapor o agua caliente para calentar mayores cantidades de combustibles; así, tan pronto como el vapor o el agua caliente estén disponibles se puede realizar las asignaciones más altas de fogueo. Bajo operación normal, el termostato que gobierna el elemento eléctrico de calefacción se mantiene en una asignación más baja que el termostato que gobierna la entrada de vapor o agua caliente al calentador, o de la circulación



de agua caliente, a fin de que no efectúe la calefacción por medios eléctricos excepto cuando el vapor o el agua caliente no estén disponibles.

Ajustar el termostato de vapor o el termostato de agua caliente para mantener una temperatura del aceite entre los 220 y 230 ° grados F. El calentador eléctrico se apagará tan pronto como el vapor o agua caliente suministre calor.

Las temperaturas citadas son tentativas, puesto que la composición del aceite combustible de un grado específico puede variar, necesitando una temperatura de precalentamiento más alta o más baja. La viscosidad del aceite en el inyector debe ser menos de 300 SSU y mejor menos de 150 SSU. La temperatura real del aceite al llegar al quemador debe ser determinada por la apariencia de la llama y la buena combustión verificada por el análisis de gases en la chimenea (análisis Orsat).

Cerrar la válvula de desvío manual después de notar un ascenso de temperatura en el termostato del conjunto de control. Cerciórese de que el aceite caliente se mueve por entre el conjunto de control.

Hay que cerrar la válvula de compuerta con orificio también. Si baja la temperatura, abrir la válvula de compuerta hasta notar un ascenso y luego ciérrela.

Una vez establecidas las asignaciones correctas de los termostatos del calentador, fijar el interruptor de baja temperatura del aceite a un valor aproximadamente 30° grados más bajo que la temperatura normal de fogeo. Si el sistema está equipado con un interruptor de alta temperatura del aceite,

debe fijarse para abrirse a una temperatura 20 - 30° grados más alta que la de operación normal.

- Arranque: cuando todas las condiciones tratadas aquí o en los pasos anteriores se han conseguido, el quemador está listo para el encendido.
- Arranque, operación y Parada cualquier combustible : Cuando se quema aceite, cerciórese de que el tirador de aceite esté en la posición delantera y asegurado con la aldaba. Cuando se quema gas hay que retirar el tirador y asegurarlo en la posición trasera. El interruptor selector tiene que corresponder al combustible en sus posiciones de *gas* o *aceite*.

Poner el interruptor manual automático en la posición *manual* y gire el control manual de la llama a *close*.

Mover el interruptor del quemador a "on". La luz indicadora de demanda de carga debe encenderse. La luz de bajo nivel de agua debe quedar apagada significando un nivel de agua seguro en la caldera. El programador está ahora efectuando las secuencias.

Si sucede una falla de llama, se encenderá la luz de falla de llama y el soplador purgará la caldera de gases no quemados antes de parar. Después de una falla de ignición, esperar unos minutos antes de restablecer el interruptor que salta en paradas de seguridad.

Advertencia: no prender el piloto o tratar de arrancar el quemador, de aceite o de gas, si la cámara de combustión está caliente y/o hay vapores combustibles de gas o aceite en el hogar o en los tubos de humo. Los sistemas del quemador y control son diseñados para proveer un período de prepurga

(operación del soplador) antecedente al establecimiento de la chispa de ignición y la llama del piloto. No intentar alterar el sistema o seguir ningún otro curso de acción para evitar este aspecto.

El quemador debe dejarse en control manual en su posición de fogueo bajo (es decir, con el botón del control manual de la llama en *close*) por 30 minutos, o hasta que la caldera esté lo suficientemente caliente, puede ser menos tiempo si alcanza su presión o temperatura normal de operación. En el caso de las calderas de vapor, cuando empieza a salir vapor de la válvula de prueba, cierre la válvula de prueba.

Si la llama es insuficiente en la asignación de bajo fogueo para alcanzar la presión o temperatura normal de operación después de 30 minutos; aumentar la asignación de fogueo, gradualmente girando el botón de control manual de la llama por incrementos de un punto a la vez pero no más que el punto de en medio entre *open* y *close*. Opere en esta asignación abultada por un espacio de tiempo hasta notar un aumento en presión o temperatura. No dejar nunca que la caldera mantenga operación prolongada cuando el control manual marca una asignación más que la del punto medio.

Estando a la temperatura adecuada la unidad, girar el botón de control manual de la llama a la posición de alto fogueo. En esta coyuntura, debe hacerse un análisis de combustión con instrumentos y regular el flujo de combustible como se requiere.

Operación: durante la operación normal, el interruptor manual-automático debe permanecer en la posición *automático* y bajo el control modulador de presión o temperatura. Si se operan en la posición *manual*, el receptáculo de presión y el refractario experimentan condiciones indeseables.

Colocado el interruptor en *automático*, el quemador operará según un plan modulado según la demanda de carga. El quemador continuará operando en fogeo modulado hasta alcanzar el límite de temperatura o presión para operación a menos que:

- El quemador sea puesto manualmente en *off*.
- El control de bajo nivel encuentre que hay bajo nivel de agua.
- Se interrumpa la corriente o el abastecimiento de combustible.
- La presión del aire para combustión o para atomización baje del nivel mínimo.

Nota: otros motivos de parada posibles son sobrecarga del motor, falla de las llamas, cortacircuitos, fusibles quemados, o paradas debidas a otros dispositivos de seguridad interconectados en los circuitos.

En situaciones de parada normal, o por el control de límite para operación o por colocar el interruptor del quemador manualmente en *off*, la luz indicadora de demanda de carga no sigue encendida.

Paradas debidas a condiciones que hacen funcionar los controles de seguridad o de interconexión actúan la luz de falla de llama (y el timbre de alarma, si se usa) y la luz de demanda de carga seguirá encendida. Se exige que la razón para este tipo de parada sea localizada y corregida antes de que se pueda reanudar la operación.

Parada: si el control de límite para operación alcanza su asignación para abrir el circuito o si el interruptor del quemador es movido a la posición *off*, se desarrolla la secuencia siguiente:

La(s) válvula(s) del combustible quedan sin energía y se apaga la llama principal. El motor cronométrico comienza a funcionar y el soplador sigue operando para forzar aire por el hogar durante el período de pospurga. Al fin del período de pospurga el motor queda sin energía. El motor cronométrico ha vuelto a su posición original y se para. La unidad está lista para empezar de nuevo.

Explicar:

- ¿Por qué es necesario conocer el arranque, operación y parada de las calderas?
- ¿Por qué se debe de calentar antes del arranque el aceite pesado No.6 o bunker?
- ¿Qué sucedería si la caldera opera con bajo nivel de agua?
- ¿Cuáles son las presiones de aire a fuego bajo sin flujo de combustible y con flujo de combustible?
- ¿Cuál es la presión de aire a fuego alto?
- ¿Qué es lo que ocasiona presiones anormalmente altas?
- ¿Cuál es la presión de aceite recomendada para el abastecimiento y la

presión requerida en el tirador o quemador?

Segunda parte: antes de proceder a apagar la caldera, realizar los siguientes pasos.

- Posicionar el interruptor manual-automático en la posición de manual y/o a fuego bajo (siempre se debe de apagar la caldera en fuego bajo).
- Estando el interruptor posicionado en manual y la llama a fuego bajo, mueva el interruptor del quemador a la posición *off*. Esto desarrollará la secuencia siguiente:

La(s) válvula(s) del combustible quedan sin energía y se apaga la llama principal. El motor cronométrico comienza a funcionar y el soplador sigue operando para forzar aire por el hogar durante el período de pospurga.

Al fin del período de pospurga el motor queda sin energía. El motor cronométrico ha vuelto a su posición original y se para. La unidad está lista para reiniciar.

- Una vez apagada la caldera, cerrar válvula de desvío manual y válvula de compuerta con orificio.
- Apagar bomba de recirculación de petróleo.
- Purgar columna de agua del McDonnell & Miller y purgas de fondo durante 10 segundos cada una.
- Se espera que la presión de vapor disminuya a 40 lbs, luego se cierran

las válvulas o llaves del manifold de distribución de vapor (en este caso la de lavandería, dietética, y general).

- Se saca el cañón para la combustión y se espera a que se enfríe.
- Una vez que se enfrió el cañón para la combustión, se procede a la limpieza de la boquilla. Para ello se debe desmontar la boquilla del cañón y limpiarlo del carbón que se le forma.

Nota: cerciorarse de no dejar ninguna llave abierta por donde pueda escaparse el vapor generado inmediatamente después de la parada o apagado de la caldera, ya que los tubos que se encuentran a alta temperatura continúan produciendo vapor, el cual, al escaparse (en el caso de que se deje alguna llave de suministro de vapor abierta) puede dejar sin agua el receptáculo de presión ocasionando daños o condiciones indeseables (sobrecalentamiento) en los tubos, el receptáculo de presión, cámara de combustión y refractarios.

#### Explicar

- ¿Cómo debe de ser el fogueo y en qué posición debe de estar el interruptor manual-automático antes de proceder al apagado de la caldera?
- ¿Cómo es la secuencia una vez posicionado el interruptor del quemador a la posición *off*?
- ¿Cuál es la posición al inicio y/o al final en un período de trabajo del motor cronométrico de la caldera?

- ¿Por qué razón se debe purgar la caldera al finalizar un período de trabajo o de funcionamiento?
- ¿Por qué se deben de cerrar las válvulas y/o llaves de distribución de vapor al finalizar una jornada de trabajo?

#### **4.2. Preparación de la práctica No. 2: verificación del estado de la columna de agua y realización de una prueba hidrostática en calderas pirotubulares de 4 pasos**

##### Objetivo

- Verificar el nivel de agua dentro de la caldera
- Comprobar el funcionamiento del flote del guarda nivel
- Aprender que es una prueba hidrostática en calderas
- Comprender la necesidad de la realización de la prueba
- Realizar una prueba en calderas pirotubulares de 4 pasos

##### Equipo

- Guarda nivel de marca McDonnell & Miller para caldera pirotubular Cleaver Brooks de 4 pasos y 125 hp
- Una caldera pirotubular de 4 pasos
- Manómetro de presión
- Bomba de agua de mano
- Medallas o tapones para sellar herméticamente la caldera



## Magnitudes físicas a medir

Durante el desarrollo de esta práctica se tomará nota de presión por medio del manómetro, con lo cual se espera que el estudiante pueda adquirir el conocimiento que le permita responder las interrogantes presentadas al final de la práctica.

## Desarrollo experimental

Primera parte: cuando la caldera esté trabajando a plena carga o produciendo vapor, hacer los pasos que se describen a continuación.

- Abrir llave de purga durante 10 seg, para evacuar los sólidos disueltos formados en la cámara del flotador y evitar así posibles incrustaciones.
- Cerrar llave después de los 10 segundos y observar que al momento de cerrarla nuevamente, el nivel de agua dentro de la caldera debe de visualizarse inmediatamente en la mira de vidrio.
- Si se observa que tarda en llegar al nivel o no se logra visualizar el nivel de agua, es posible que exista incrustación en la cámara del flotador.
- Si hay incrustación, se debe dar mantenimiento y reparar anomalías inmediatamente, de lo contrario se puede dañar el equipo.

Segunda parte: cuando la caldera esté fuera de funcionamiento o apagada. Una prueba hidrostática siempre se realiza a una presión de 150 % de la presión de trabajo.

- Quitar válvulas de seguridad y colocar medallas o tapones para sellar herméticamente.
- Quitar columna principal y auxiliar del nivel de agua y colocar tapones para sellar herméticamente.
- Abrir las 2 puertas de la caldera (delantera y trasera) para verificar si hay fugas durante el lapso de tiempo que se realice la prueba.
- Cerrar la válvula principal de vapor.
- Bombear agua con la bomba de mano hasta llegar a la presión de prueba (presión hidrostática = 1.5 x presión de trabajo).
- Una vez alcanzada la presión de prueba (presión hidrostática) mantener está presión durante 24 horas.
- Observar minuciosamente si hay fugas en los tubos de humos, grietas en los extremos de los tubos y en los espejos o chapas.
- Reparar fugas, grietas o cambiar tubos dañados según sea el caso, mediante aplicación de soldadura, re expansión de tubos o cambio de tubos si es necesario.

#### Explicar

- ¿Por qué razón se realiza una prueba hidrostática?
- ¿Qué presión debe de someterse la caldera para realizar una prueba

hidrostática y por cuánto tiempo?

- ¿Por qué razón se debe purgar el guarda nivel?
- ¿Qué pasaría si el mecanismo interno del guarda nivel se trabara?
- ¿Cuál es la función de la mira de vidrio?

#### **4.3. Preparación de la práctica No. 3: desarmado y armado de un motor de gasolina**

Objetivo

- Verificar las condiciones del motor
- Determino las partes más importantes del motor
- Tengo un contacto más directo con cada pieza que conforma el motor

Equipo

- Wipe
- Guantes de cuero
- Motor gasolina
- Copa para bujía
- Equipo de llaves
- Equipo completo de copas y extensión
- Ratchet de 1/2"
- Líquido penetrante.
- Tape
- Lapicero

## Magnitudes físicas y variables a medir

- Evaluar el conocimiento adquirido en el desarrollo de la práctica.
- Manipulación de las herramientas de trabajo de taller.
- Evaluar sobre todo la seguridad tenida a lo largo del desarrollo de la práctica.

## Desarrollo experimental

Primera parte: antes de iniciar la práctica es necesario colocar en el área de trabajo, las herramientas, equipo a utilizar, siguiendo las instrucciones del catedrático o auxiliar, con el fin de optimizar el desarrollo de la práctica. Para iniciar la primera inspección de las partes del motor y posterior manejo y desarmado se necesitan procedimientos establecidos, que a continuación se describen:

- Inspección visual: al realizar una inspección visual se necesita tener una observación detallada de cada elemento superficial que compone el motor, con el fin de crear una idea general de todas las partes componentes externos del equipo. Para esta parte se propone llevar un registro fotográfico del motor desde el momento de su inicio del trabajo hasta su culminación.
- Inspección práctica: esta inspección es la más importante, debido a que en este momento se aplican herramientas y los análisis técnicos para determinar la condición del motor.

Segunda parte: en esta segunda parte se procede al proceso de desarmar el motor tomando en cuenta las siguientes especificaciones para realizarlo:

- Tener un área determinada para la colocación de todas las piezas que se van retirando.
- Tener un registro fotográfico de los procesos necesarios, para quitar cada parte del sistema para su posterior rearmado.
- Rotular todas las conexiones, tornillos y piezas donde se especifique el área a la cual pertenece dicha pieza.
- Colocar las piezas en orden conforme se van retirando para un más eficiente armado.

Tercera parte: en la tercera parte se invita a los participantes a clasificar todas las piezas y componentes que forman parte de la estructura del motor y que logran componerlo, dando paso al rearmado del motor con el mayor grado de seguridad y precaución posible:

- Retirar todos los rótulos colocados con tape, retirando la totalidad de los desperdicios en las piezas a insertar para su posterior colocación.
- Colocar una mínima cantidad de aceite en las piezas que forman parte móvil del motor.
- Diferenciar las partes características propias de los motores Otto.

Cuarta parte: como parte final se pide a los participantes la limpieza del área de trabajo, así como la devolución de todas las piezas proporcionadas por el encargado del laboratorio.

#### **4.4. Preparación de la práctica No. 4: armado de motor diesel y comparación con el motor gasolina**

##### Objetivo

- Verificar las condiciones del motor.
- Determinar las partes más importantes del motor.
- Tener un contacto más directo con cada pieza que conforma el motor.
- Tener claro la comparación entre un motor diesel y uno gasolina.

##### Equipo

- Wipe
- Guantes de cuero
- Motor diesel
- Equipo de llaves
- Equipo completo de copas y extensión
- Ratchet de 1/2"
- Líquido penetrante
- Tape
- Lapicero

##### Magnitudes físicas y variables a medir

- Evaluar el conocimiento adquirido en el desarrollo de la práctica.

- Manipulación de las herramientas de trabajo de taller.
- Evaluar sobre todo la seguridad tenida a lo largo del desarrollo de la práctica.
- Comparación de dos tipos principales de motores.

#### Desarrollo experimental

Primera parte: antes de iniciar la práctica es necesario colocar en el área de trabajo, las herramientas, equipo a utilizar, siguiendo las instrucciones del catedrático o auxiliar, con el fin de optimizar el desarrollo de la práctica. Para iniciar la primera inspección de las partes del motor y posterior manejo y desarmado se necesitan procedimientos establecidos, que a continuación se describen:

- Inspección visual: al realizar una inspección visual se necesita tener una observación detallada de cada elemento superficial que compone el motor, con el fin de crear una idea general de todas las partes componentes externos del equipo. Para esta parte se propone llevar un registro fotográfico del motor desde el momento de su inicio del trabajo hasta su culminación.
- Inspección práctica: esta inspección es la más importante, debido a que en este momento se aplican herramientas y los análisis técnicos para determinar la condición del motor.

Segunda parte: en esta segunda parte se procede al proceso de desarmar el motor tomando en cuenta las siguientes especificaciones para realizarlo:

- Tener un área determinada para la colocación de todas las piezas que se van retirando.
- Tener un registro fotográfico de los procesos necesarios, para quitar cada parte del sistema para su posterior rearmado.
- Rotular todas las conexiones, tornillos y piezas donde se especifique el área a la cual pertenece dicha pieza.
- Colocar las piezas en orden conforme se van retirando para un más eficiente armado.

Tercera parte: en la tercera parte se invita a los participantes a clasificar todas las piezas y componentes que forman parte de la estructura del motor y que logran componerlo, dando paso al rearmado del motor con el mayor grado de seguridad y precaución posible:

- Retirar todos los rótulos colocados con tape, retirando la totalidad de los desperdicios en las piezas a insertar para su posterior colocación.
- Colocar una mínima cantidad de aceite en las piezas que forman parte móvil del motor.
- Diferenciar las partes características propias de los motores Otto.

Cuarta parte: como siguiente parte se pide a los participantes la limpieza del área de trabajo, así como la devolución de todas las piezas proporcionadas por el encargado del laboratorio.



Quinta parte: realizar un ensayo comparativo entre la experiencia del armado y desarmado de los dos tipos de motores, sus similitudes y diferencias, asimismo la determinación de las ventajas respecto de cada uno.



## **5. POSIBLE IMPLEMENTACIÓN**

### **5.1. Número de prácticas y ponderación**

Para la realización de las prácticas propuestas de laboratorio es necesario contar con una posible implementación del mismo, en la cual se tomen en cuenta aspectos importantes que tienen que ver con la distribución del tiempo a lo largo del semestre, el cual estará en función del número de estudiantes que cursen la clase que actualmente. En cada horario se asignarán un máximo de 40 alumnos, los cuales deberán ser divididos en cuatro grupos iguales (de aproximadamente 10 personas) de esta manera las prácticas serán realizadas por cada grupo de estudiantes cada quince días y así se logrará abarcar a una población de 80 alumnos. Otros aspectos importantes a considerar son: los períodos de tiempo necesario para realizar las prácticas, el equipo necesario para poder llevarlas a cabo, el número sugerido de prácticas, las instalaciones y el personal docente que se necesitarán. Esta última parte se puede catalogar como los recursos necesarios, ahora bien, es necesario señalar que actualmente en la facultad se cuentan con recursos que no están siendo del todo aprovechados, por lo cual la implementación del desarrollo de estas prácticas están dirigida a aprovechar dichos recursos.

Este instructivo guía propuesto se elaboró con cuatro prácticas de laboratorio que incluyen los temas que más se abarcan durante la carrera. Se sugiere que el número de prácticas no sea menor al número propuesto, ya que se cuenta con el tiempo necesario a lo largo del semestre para desarrollarlas.

La ponderación total de las prácticas se sugiere que sea de un 25% de la nota del curso. El equipo de seguridad está en dependencia de cada práctica debido a las diferentes actividades que se realizarán; sin embargo, como medida general se puede sugerir el uso obligatorio de gafas para todos y gorra para recoger el cabello en las mujeres, así como ropa gruesa y no inflamable.

## **5.2. Duración sugerida de prácticas**

Las prácticas están desarrolladas de tal manera que se puedan realizar en un período de tiempo no mayor de dos horas, ya que se desea que puedan ser elaboradas con el cuidado necesario por parte del estudiante, de tal manera que cualquier inquietud que se le presente pueda ser resuelta en el laboratorio, se sugiere este tiempo para que la toma de datos sea lo más precisa posible y así evitar los errores involuntarios que pudieran cometer los estudiantes, existen otros motivos por los cuales se requiere de este tiempo y no de una hora clase solamente, entre los que se mencionan en todas las prácticas se necesita preparar un equipo el cual deberá montarse en la forma que se ilustra en cada una de las distintas prácticas, esto conlleva tiempo para el estudiante, además recordando que en los laboratorios se tratan temas como electricidad y fuego, es necesario que los estudiantes tengan cuidado con los equipos que sirven como fuente de calor para evitar lesiones.

Antes de la realización de cada práctica es necesario que el ingeniero o auxiliar encargado del laboratorio dé una presentación, explicación y de ser necesario una demostración de la manera de armar el equipo y de cómo realizar las mediciones, esto para facilitarle al estudiante la comprensión de lo que hará durante el desarrollo del laboratorio. El tiempo sugerido para realizar esto es de unos 20 minutos de tal manera que los estudiantes tendrán un período de tiempo mínimo de 1 hora para la toma de datos y ordenar.

### **5.3. Cronogramas de actividades**

Se presentan tres cronogramas de actividades, los primeros dos están hechos de tal manera, que las prácticas de laboratorio se realicen en un número de cuatro para ambos semestres.

### **5.4. Recursos necesarios**

Son determinantes para realizar las prácticas. Este instructivo ha sido desarrollado para prácticas planificadas, de tal manera que los recursos necesarios sean lo más factible que se pueda para que, en caso de no contar con el equipo necesario para determinada práctica, el gasto en su adquisición sea mínimo. También debe de considerarse las instalaciones y el personal docente necesario para integrar las necesidades correspondientes.

#### **5.4.1. Equipo**

Éste es uno de los puntos principales a considerar para la implementación de las prácticas de laboratorio. Para este caso se planificó la utilización de un equipo sencillo, económico de fácil adquisición, y en otras prácticas, equipo ya disponible en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El equipo necesario para cada práctica se detalla al inicio de cada una de ellas, en el capítulo del desarrollo experimental de prácticas.

#### **5.4.2. Instalaciones**

Para la realización de las prácticas es necesario el uso de diferentes instalaciones dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San

Carlos de Guatemala, para lograr obtener el máximo provecho de los recursos disponibles, se sobreentiende que todas las instalaciones aquí mencionadas pertenecen a esta universidad. Se recomienda que la primera práctica sea desarrollada en la Escuela de Ingeniería Mecánica en los salones adjuntos a los laboratorios de procesos de manufactura, para poder realizarlas es necesaria la adquisición de equipo de laboratorio. La segunda práctica puede desarrollarse perfectamente en EFPEM, ya que posee el equipo necesario para el desarrollo de esta, la tercera y cuarta práctica se sugiere se realice también en EFPEM.

#### **5.4.3. Personal docente**

Es esencial que se cuente con una persona debidamente capacitada y familiarizada con el equipo y los procesos de soldadura para poder dirigir las prácticas de laboratorio. Esta persona deberá ante los estudiantes presentar el tema, dar una breve explicación de la teoría que se pretende comprobar y de ser posible realizar una demostración de la forma cómo deben realizarse los experimentos y la toma de datos, también estará encargada de mantener el orden dentro del laboratorio, así como señalar los cuidados al equipo y las medidas de seguridad que se deben tomar en consideración, al encargado los estudiantes deberán entregar siempre después de la realización de cada práctica una hoja con los nombres y número de carné de los integrantes del grupo (10 individuos por cada grupo y un máximo de 3 grupos por periodo) y los datos de todas las mediciones realizadas.

#### **5.5. Recursos disponibles**

En EFPEM se encuentra localizado en el edificio de Humanidades de la Facultad de Humanidades y actualmente es utilizado para laboratorios del área de prácticas iniciales, intermedias correspondientes al pènsuM de dicha carrera.

Los recursos con los que se cuentan en EFPEM pueden ser utilizados para el desarrollo de todas las prácticas presentadas en este instructivo de laboratorio, ya que ahí se cuenta con torno, cepillo, y demás equipo básico, de esta manera resulta más que satisfactorio el equipo disponible y es uno de los objetivos de este proyecto el poder aprovechar dichos recursos.

## **5.6. Presentación de reportes científicos**

Presentar el reporte de forma correcta es indispensable para tener una acercamiento a la vida laboral por lo que a continuación se presenta la forma.

### **5.6.1. Importancia de presentar un reporte científico**

Es importante que, una vez el estudiante haya cursado cada una de las prácticas de laboratorio, prepare un informe detallado con los datos recopilados con la ayuda del instructivo guía. La importancia de realizar estos reportes radica en que capacitan al estudiante para el análisis de datos empíricos recopilados por el mismo y con éstos después de determinados cálculos se obtienen resultados, los cuales podrá comparar con la teoría y verificar la validez de los mismos.

Este ejercicio es importante debido a que en su mayoría los procesos industriales son analizados con base en la recopilación de datos y la toma de decisiones se basa en su interpretación. Por otra parte, al presentar los reportes científicos, el estudiante desarrollará la capacidad de presentar sus resultados de una manera ordenada y que pueda ser comprendido por otras personas. Además, realizará sugerencias y posibles mejoras la práctica y también desarrollará su habilidad para redactar conclusiones. En síntesis; la

presentación de reportes científicos de laboratorio fortalecerá las capacidades de los estudiantes en lo concerniente a la ingeniería.

## **5.6.2. Contenido sugerido de un reporte científico**

Es muy amplia la variedad de criterios para considerar el contenido que un reporte científico debe poseer, esto se puede comprobar incluso dentro de la facultad, donde el contenido requerido de los reportes de laboratorio presentados en el área de química son muy diferentes a los requerimientos del área de física, sin embargo, se puede sugerir un contenido básico de los puntos que deben de tratarse en un reporte científico con el objetivo de capacitar al estudiante y además lograr una adecuada comprensión de lo realizado en los laboratorios.

### **5.6.2.1. Introducción**

Esta es la que nos presentar en una forma resumida la información que posee el reporte científico, de qué se trata el estudio, la importancia de haber realizado dichas experimentaciones, así como también una justificación del porque es necesario poseer los conocimientos adquiridos en la práctica considerada y el alcance de la misma. Una buena introducción es aquella que dice los resultados que se obtuvieron, la principal conclusión a la que se llegó con estos resultados y si se llegó o no a verificar la teoría.

### **5.6.2.2. Objetivos**

Deberán estar divididos en la siguiente manera:



- **Objetivo general:** se presenta lo que primordialmente se busca con la realización de la práctica y debe ser resumido (no muy extenso), congruente, contundente y claro.
- **Objetivos específicos:** en éstos se detallan los puntos clave presentados en el objetivo general, haciendo énfasis en otras partes importantes de la realización del laboratorio. No hay un número para la cantidad de objetivos específicos, ya que varían según lo extenso del tema, sin embargo un número de tres es recomendable.

### **5.6.2.3. Hipótesis**

Una hipótesis es una explicación tentativa de un hecho, es presentar una suposición lógica por adelantado de los resultados que se obtendrán los cuales como se menciona, deben ser congruentes y lógicos, no elegidos al azar sino fundamentados en la teoría. Es dar el punto de vista acerca de lo visto durante el desarrollo práctico que se cree nos llevará a obtener determinado resultado.

### **5.6.2.4. Marco teórico**

Se trata de realizar una investigación detallada y recopilar la información acerca del tema, después presentar una síntesis del contenido más importante y no solamente citar párrafos de un libro o de una página web, sino los aspectos más trascendentales de la investigación que facilitarán a cualquier otra persona que lea el informe la comprensión del mismo. No tiene que ser tan corto como para dejar cabida a ambigüedades ni tan extenso como para desmotivar al lector para su estudio.

#### **5.6.2.5. Desarrollo experimental**

En esta parte se adjuntarán los datos recopilados durante el laboratorio, así también se incluirán todos los cálculos y gráficas correspondientes, un diagrama del equipo utilizado en el laboratorio y las magnitudes físicas y termodinámicas a medir. Es quizá la parte más trabajosa del contenido del reporte científico y deberá ser presentada en forma clara, incluyendo todas las ecuaciones utilizadas y debe tratarse de no simplificar demasiado los cálculos ya que la persona que los califique podría no comprender en su totalidad la forma en que se procedió a realizarlos.

#### **5.6.2.6. Resultados**

En esta sección se deben presentar ordenadamente los resultados obtenidos de los cálculos realizados en el desarrollo experimental en forma de tablas debidamente identificadas, debe darse una comparación de los resultados de la práctica y los resultados teóricos.

#### **5.6.2.7. Conclusiones**

En ellas deben presentarse las observaciones de los resultados, deben ir de la mano de los objetivos (si llenó las expectativas el laboratorio) y de la hipótesis (se corroboró la validez de la hipótesis o hay que replantearla) las conclusiones son quizá, la parte más importante del reporte científico ya que reflejan el criterio propio, la forma de interpretar resultados y las opiniones como futuros ingenieros. En ellas se pueden adjuntar cualquier mejora que se sugiera implementar en el laboratorio y hacer énfasis en las posibles fuentes de error que influyeron en los resultados.

#### **5.6.2.8. Fuentes de consulta**

Se trata de los libros de texto, páginas web, folletos o cualquier otra información que se haya consultado para realizar el marco teórico, los cuales deberán presentarse en cualquiera de los sistemas especiales APA, IICA o cualquiera que maneje formatos reconocidos, además deberán estar ordenadas alfabéticamente.



## CONCLUSIONES

1. El curso de Prácticas Iniciales brindará a los estudiantes las herramientas necesarias para familiarizarse con los distintos ambientes donde el ingeniero mecánico se realiza profesionalmente.
2. Este material será de importancia y beneficio para complementar el contenido de la carrera de Ingeniería Mecánica a través de cada una de las distintas prácticas realizadas.
3. Los manuales fueron creados para una inducción amena y agradable al estudiante, para que este pueda realizar cada uno de los distintos laboratorios propuestos.
4. Los ingenieros que impartan cada uno de los distintos laboratorios a través de cada uno de los manuales, tendrán un valioso apoyo didáctico para una mejor enseñanza.
5. Al finalizar las prácticas de laboratorio el estudiante adquirirá conocimientos teóricos y prácticos, como el uso adecuado de las distintas herramientas en cada uno de los laboratorios de: motores, procesos de manufactura, refrigeración y aire acondicionado.
6. En el ambiente laboral de la actualidad es necesario tener la mayor cantidad de habilidades y destrezas que permitan optar a un mayor desarrollo profesional; el presente manual de laboratorios brindará estas herramientas mencionadas.



## RECOMENDACIONES

1. El laboratorio tiene parte teórica que es esencial para un mejor conocimiento del equipo y distintas herramientas a utilizar, por tal motivo es necesario realizar la parte práctica, para así obtener un mejor aprendizaje y comprensión.
2. Para realizar la parte práctica, es conveniente que el catedrático coordine el calendario de actividades para que se puedan realizar sin ningún inconveniente y todos los estudiantes realicen las prácticas propuestas.
3. El instructor o encargado de laboratorio deberá cuestionar a los estudiantes si tienen duda con la teoría expuesta en los manuales, todo esto con el objetivo de disipar dudas en la práctica o aclararlas en la misma.
4. Al finalizar las prácticas de laboratorio, se debe brindar una explicación conclusiva en base a los resultados obtenidos y así aclarar toda duda a los estudiantes.
5. La tecnología ha avanzado constantemente, por tal motivo se necesita Software y Hardware, como equipo audiovisual para simulaciones en cada uno de los distintos laboratorios.

6. Lo esencial es introducir a los alumnos en la unión de la electrónica y mecánica, que es la meca trónica y los procesos de automatización en los que intervienen los ingenieros mecánicos.
  
7. Si no se cuenta con los recursos económicos para la compra de equipo e implementación de un laboratorio, puede solicitarse colaboración a la iniciativa privada, para poder realizar visitas de campo en las diferentes empresas del país, y así, reforzar los conocimientos teóricos impartidos en el curso.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BALZHISER, Richard E.; et al. *Termodinámica química para ingenieros*. México: Prentice-Hall, 1985. 733 p.
2. CREUS, Antonio. *Instrumentación Industrial*. 8a ed. Barcelona: Marcombo, 2011. 106 p.
3. ELONKA, Steve. *Manual para operadores de plantas industriales*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 1988. 246 p.
4. MILLAN GÓMEZ, Simon. *Procedimientos de mecanizado*. 2a ed. Madrid: Thomson, 2006. 415 p.
5. HORWITZ, Henry. *Soldadura, aplicaciones y práctica*. México; Marcombo, 1997. 298 p.
6. KALPAKIJAN, Serope; SCHIMD, Steven R. *Procesos de maquinado para producir formas diversas*. 4a ed. México: Pearson, 2002. 121 p.
7. KUTZ, Myer. *Enciclopedia de la mecánica, ingeniería y técnica*. USA: Océano, 1990. 260 p.
8. KRAR, Steve; CHECK, Albert. *Tecnología de las máquinas herramientas*. 5a ed. México: Thomson, 2005. 312 p.

9. MCQUINSTON, Faye C.; PARKER, Gerald D.; SPITILER. *Calefacción, ventilación y aire acondicionado*. México: Marcombo, 1974. 57 p.
10. NAYLER, G.H.F. *Diccionario moderno de Ingeniería Mecánica*. México: Pretince-Hall, 1999. 239 p.
11. NORTON, Robert. *Diseño de maquinaria*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2006. 230 p.
12. POTTER, Merle C.; SCOTT Elaine P. *Termodinámica*. México: Thomson, 2006. 305 p.
13. SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H.D. *Física universitaria*. 11a ed. México: Addison, 2005. 764 p.
14. SERWAY, Raymond. *Física para ciencias e ingeniería*. 6a ed. vol. I México: Thomson, 2005. 675 p.
15. SEVERNS, William Harris. *La producción de energía mediante aire, vapor y gas*. 3a ed. México: McGraw-Hill; 1992. 503 p.
16. SHIGLEY, Joseph; UIKER, John Joseph. *Teoría de máquinas y mecanismos*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 486 p.
17. SPOTTS, M. *Proyectos de elementos de máquinas*. 2a ed. USA: Reverte, 1977. 532 p.