



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PRÁCTICA PROFESIONAL

**MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO/CORRECTIVO Y FICHAS TÉCNICAS, ÁREA
CALDERAS, INGENIO SANTA MATILDE**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

PRESENTADO POR:

21341156 MARÍA JOSÉ CANALES AGUILAR

ASESOR: ING. ORLANDO AGUILUZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA; ABRIL, 2019

*Al final, no os preguntarán qué habéis sabido, sino qué
habéis hecho.*

(Jean de Gerson)

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento contiene generalidades de la empresa azucarera hondureña (CAHSA), precedentes de problemas de pérdidas de tiempo en mantenimientos por falta de información, información de los equipos de calderas en los ingenios azucareros, mantenimientos predictivos y correctivos y tipos de controles.

Entre la información podemos encontrar cómo funcionan las calderas a bagazo, como se clasifican, equipo que contienen dichas calderas, como realizar mantenimientos predictivos/correctivos, información general sobre equipo de automatización que contienen las calderas como son válvulas, actuadores, transmisores y demás partes importantes de las mismas.

La información antes mencionada ayudara al lector a obtener conocimientos básicos sobre estos equipos y cómo funcionan en el ámbito industrial, como estar preparado para realizar mantenimientos a estos equipos grandes, a comprender como funcionan y en que ayudan al proceso de la creación de azúcar.

Toda la información obtenida en este documento sirve al lector para obtener información más amplia del equipo de automatización con el que cuentan las calderas, como también el funcionamiento de las mismas y poder adquirir conocimientos de este equipo en la industria azucarera, que siendo llamado generalmente como el corazón de los ingenios azucareros.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I	INTRODUCCIÓN	1
II	GENERALIDADES DE LA EMPRESA	2
2.1	Descripción de la empresa	2
2.1.1	RESEÑA HISTÓRICA.....	2
2.1.2	MISIÓN.....	3
2.1.3	VISIÓN.....	3
2.2	DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO	4
2.3	OBJETIVOS DEL PUESTO	4
2.3.1	OBJETIVO GENERAL	4
2.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
III	Planteamiento del problema	5
3.1	PRECEDENTES DEL PROBLEMA	5
3.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	6
3.3	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	7
3.4	OBJETIVOS DEL PROYECTO DE MEJORA	7
3.4.1	OBJETIVO GENERAL	7
3.4.2	Objetivos específicos.....	7
IV	MARCO TEÓRICO	8
4.1	CALDERAS	8
4.2	FUNCIONAMIENTO DE LAS CALDERAS.	9
4.3	CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS	10
4.4	CALDERAS DE UN SOLO DOMO Y ACUOTUBULARES	10
4.5	EQUIPO DE LAS CALDERAS	11
4.5.1	CALDERA NO. 1	12
4.5.2	CALDERA NO. 2	12
4.5.3	CALDERA NO. 3	13
4.8.4	CALDERA NO. 4	13
4.6	Mantenimiento	14

4.6.1	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	14
4.6.2	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	15
4.7	VÁLVULAS.....	16
4.7.1	TIPOS DE VÁLVULAS.....	17
4.7.2	VÁLVULAS DE GLOBO	17
4.7.3	VÁLVULAS DE CONTROL	19
4.7.4	TIPOS DE VÁLVULAS ÁREA CALDERAS.....	19
4.8	CONTROL 4 A 20 MA.....	20
4.9	CONTROL ON/OFF	21
4.10	ACTUADORES.....	22
4.11	TRANSMISORES	24
4.11.1	TRANSMISORES DE NIVEL.....	25
4.11.2	TRANSMISORES DE PRESIÓN.....	26
4.11.3	TRANSMISORES DE FLUJO	28
4.12	TIRO EN CALDERAS	29
4.12.1	TIRO FORZADO.....	29
4.12.2	TIRO INDUCIDO.....	30
4.13	SOPLADORES	30
4.13.1	TIPOS DE SOPLADORES:	31
4.14	ATEMPERADORES	33
4.14.1	CARACTERÍSTICAS.....	33
4.15	CONEXIONES A ESCLAVO	35
V	DESARROLLO	36
5.1	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	37
5.2	MATERIALES	37
5.3	METODOLOGÍA.....	38
5.4	RESULTADOS	38
5.4.2	EJEMPLOS DE LAS FICHAS TÉCNICAS DE VÁLVULAS DEL MANUAL.....	38
5.4.2	EJEMPLOS DE LAS FICHAS TÉCNICAS DE TRANSMISORES DEL MANUAL.....	41

5.4.2	EJEMPLO DEL MANUAL	42
VI	CONCLUSIONES	44
VII	RECOMENDACIONES.....	45
7.1	A LA UNIVERSIDAD	45
7.2	A LA EMPRESA	45
VIII	BIBLIOGRAFÍA.....	46
IX	ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Logo de azucarera Hondureña	2
Ilustración 2 Esquema de una caldera acuotubulares de vapor	11
Ilustración 3 Plan de mantenimiento del manual	14
Ilustración 4 Válvulas Globo	18
Ilustración 5 Grafica de señal 4 a 20 mA	21
Ilustración 6 Grafica de señal on/off	21
Ilustración 7 Actuador de válvula	23
Ilustración 8 Actuador	24
Ilustración 9 Esquema de actuador	24
Ilustración 10 Esquema de funcionamiento medidor de líquidos	25
Ilustración 11 Esquema medidor de solido	26
Ilustración 12 Transmisor	27
Ilustración 13 Entradas de conexión módulo AX522 de esclavo	35
Ilustración 14 Salidas de conexión módulo AX522 de esclavo	35
Ilustración 15 Ficha técnica de atemperador de relleno	39
Ilustración 16 Ficha técnica Control de agua	39
Ilustración 17 Ficha técnica Purga de fondo	40
Ilustración 18 Ficha técnica flujo mínimo	40
Ilustración 19 Ficha técnica válvula Reguladora	41
Ilustración 20Ficha técnica presión al Hogar	41
Ilustración 21 Ficha técnica sobre-calentador	42
Ilustración 22 Portada del manual	42
Ilustración 23 Índice de manual	43
Ilustración 24 ejemplo plan de mantenimiento	43
Ilustración 25 Actuador 657 montado en válvula	48
Ilustración 26 Actuador 657 montado en válvula	48
Ilustración 27 Válvula ET	49
Ilustración 28 Válvula de globo Fisher	49
Ilustración 29 Transmisor de presión diferencial	50
Ilustración 30 Esquema de caldera de bagazo	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Equipo de caldera No. 1	12
Tabla 2 Equipo Caldera No. 2	12
Tabla 3 Equipo Caldera No. 3	13
Tabla 4 Equipo completo Caldera 4	13
Tabla 12 Utensilios para manual.....	37

I INTRODUCCIÓN

El ingenio santa Matilde cuenta con diferentes áreas dentro de su empresa tales como; fabrica, batey, molinos, sala de envase y calderas, cada una de estas áreas tiene un rol importante dentro del proceso de azúcar.

En este documento se presenta un manual de mantenimiento para el área de calderas. Esta área se encarga de producir el vapor con calidades optimas tanto para el proceso de generación de energía eléctrica como para el proceso de la materia prima dentro de la fábrica.

Esta área cuenta con un equipo de automatización abundante, del cual los más importantes son los controles de nivel, flujo, temperatura y presión, estas calderas cuentan con transmisores, válvulas on/off y válvulas de control 4 a 20 mA.

Este manual ayudara al personal de dicha área para evitar pérdidas de tiempo en la búsqueda de manuales para cada equipo, al igual a capacitar al nuevo personal.

II GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 Descripción de la empresa



Ilustración 1 Logo de azucarera Hondureña

Fuente: Compañía azucarera hondureña

2.1.1 RESEÑA HISTÓRICA

El 20 de octubre de 1938, un grupo de empresarios sampedranos encabezados por Don Roberto Fasquelle Orellana e integrado por hombres visionarios y dinámicos decidieron fundar una empresa que se dedicara al cultivo de la caña y la fabricación de azúcar; de esta manera nació (CAHSA), en las cercanías de San Pedro Sula. Firman el acta de constitución de la sociedad 30 personas que aparecían como accionistas fundadores. Su primer Ingenio, se llamó "El Jugete" y tenía una capacidad diaria de molienda de 150 toneladas de caña en su primera zafra, con 250 manzanas de caña sembradas, logrando producir 25,000 quintales de azúcar.

En 1948 decidieron instalar un nuevo ingenio sustituyendo al anterior, al que le dieron el nombre de "San José" con una capacidad de molienda de 600 toneladas diarias y se amplió el área cultivada a 400 manzanas. Para el año 1967 en Búfalo, Villanueva, se instaló el Ingenio Santa Matilde con una capacidad de molienda diaria de 5900 toneladas de caña. Con el transcurrir de los años CAHSA fue ampliando tanto su capacidad de molienda como la producción de materia prima, es así que hoy cuenta para la zafra con una capacidad de 13,000 toneladas de caña por día.

Históricamente además de contribuir con la generación de empleo CAHSA ha contribuido con el desarrollo de proyectos comunales y gubernamentales en áreas específicas como ser: educación, servicios públicos, reforestación, energía limpia, ambiente, deportes, etc.

2.1.2 MISIÓN

Somos una agroindustria de recursos naturales renovables.

- Buscamos:

Optimizar recursos agrícolas e industriales, transformar materias primas con eficiencia y productividad, entregar productos y servicios satisfactorios, mejorar la calidad de las necesidades energéticas y alimenticias de clientes nacionales e internacionales a costos competitivos y precios razonables.

- A través de:

El desarrollo de nuestro personal, trabajo en equipo, tecnología actualizada, diversificación de productos y servicios, en un proceso de calidad total.

- Estamos comprometidos con:

La conservación del medio ambiente, la satisfacción de nuestros inversionistas, de nuestros proveedores, el entrenamiento permanente de nuestro personal con la tecnología y el equipo actualizado y el crecimiento y mejoramiento de nuestra empresa contribuyendo al desarrollo económico de Honduras.

2.1.3 VISIÓN

Esforzarnos por estar entre las mejores compañías azucareras de la región.

Expandir nuestros mercados con productos de la más alta calidad y con precios competitivos.

Mantener las estrategias adecuadas para garantizar la solidez financiera y la más alta rentabilidad para nuestros inversionistas, y la seguridad de empleo que involucra a un buen número de hondureños y sus familias dependientes.

Convertir en realidad que nuestra empresa de mañana no sea solamente diferente sino mejor que la Compañía Azucarera Hondureña, S.A. de hoy.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

La función principal del departamento de instrumentación es el de velar por el perfecto funcionamiento del equipo de automatización y el mantenimiento de estos mismos, a la planificación y realización de lógicas de control, proyecto de mejoras continuas, presupuestos, ejecución y puesta en marcha.

Una de las herramientas principales en la cual se basa el departamento de instrumentación para realizar sus funciones es el sistema de computación FREELANCE, en el cual se desarrollan las lógicas de control de todos los procesos que conlleva en cada departamento de la fábrica, como ser calderas, turbos, tachos, etc... este sistema se guarda en las memorias de 4 plc's distribuidos en puntos estratégicos (cuartos de control) de la fábrica interconectados entre sí.

Otras de las funciones de este departamento es el mantenimiento de la red de comunicación, ajuste y calibración de equipo, ajuste de parámetros y la estabilización de procesos.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Mantener en óptimas condiciones los equipos de automatización de todas las áreas de la empresa.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Garantizar el funcionamiento adecuado del equipo de cada área.
2. Asegurar que la lógica de control sea la más óptima y fina para cada aplicación.
3. Tener respuestas inmediatas a cualquier eventualidad que afecte en al equipo de proceso de medición y control.

III Planteamiento del problema

3.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA

El ingenio Santa Matilde, que pertenece al grupo CAHSA, es una empresa dedicada a la industria azucarera, en la cual se realizan varios procesos para producir el grano de azúcar, en busca de mejorar la calidad y la eficiencia el ingenio se vio en la necesidad de automatizar gran parte del proceso.

Para ello la empresa diseñó un plan de mejora continua en el que la automatización del área de calderas es uno de los requisitos fundamentales. La empresa actualmente cuenta con cuatro calderas, tres de ellas con capacidad de 100 toneladas métricas (salida de vapor de la caldera) a una presión de 200 psi y una caldera con capacidad de 150 toneladas métricas a 900 psi. Ya que los costos de adquisición, de los equipos de automatización y los demás materiales e instrumentos para su adecuada instalación, son muy elevados, dificultando la compra del equipo para automatizar al 100% las calderas solucionándose de esto automatizando una caldera cada dos años.

Para evitar los percances antes, durante y posterior al funcionamiento de las calderas, se efectúan planes de mantenimiento predictivo y correctivo en caso de ser necesarios para garantizar que el equipo instalado no falle en ningún momento. Para ello el técnico encargado del área se refuerza con documentación tales como manuales de mantenimiento donde se detallan los procedimientos y partes de cada equipo. Debido a la gran variedad del equipo instalado se dificulta para el técnico la adquisición de cada uno de los manuales o documentos necesarios.

3.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Previendo el funcionamiento adecuado y eficiente de la caldera, su equipo de automatización debe tener las características máximas para su correcta operación bajo cualquier condición ya sea normal o adversa. Puesto que la caldera es el motor principal para el funcionamiento de turbos generadores y con estos el funcionamiento de manufactura de la materia prima que procesa la empresa, por lo tanto, se considera la caldera el equipo más importante del proceso.

Debido a esto, se ideó en compilar en un solo documento los procedimientos y otros aspectos importantes de cada uno de los tipos de equipo instalado, para con ello facilitar al personal el acceso con mayor facilidad. Esto ahorraría mucho tiempo al momento de realizar cualquier revisión, mantenimiento o pedido de repuestos, puesto que no le sería necesario al personal buscar el manual específico para cada equipo por separado.

3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Conociendo las necesidades de un documento más accesible para los mantenimientos de dichas calderas y sabiendo el contenido del nuevo documento presentado en este informe, surgen las siguientes preguntas:

1. ¿Cuánto tiempo ayudará reducir en cada mantenimiento dicho manual?
2. ¿Cómo reaccionara el personal ante este manual?

3.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE MEJORA

De acuerdo a la necesidad de dicho manual en el área de caldera se obtienen los siguientes objetivos:

3.4.1 OBJETIVO GENERAL

Facilitar al personal la información precisa para los métodos de mantenimiento predictivo y correctivo.

3.4.2 Objetivos específicos

1. Reducir tiempos perdidos en ejecución del mantenimiento por la falta de conocimientos.
2. Capacitar con este documento al personal que efectúa los mantenimientos predictivos y correctivo del área de calderas.

IV MARCO TEÓRICO

Las calderas de vapor son una de las maquinas industriales más importantes que se pueden encontrar, está diseñada para generar vapor saturado, teniendo diferentes aplicaciones. En los Ingenios azucareros se usan las Calderas de vapor para cocer el jugo extraído de la caña y procesar el mismo.

El área de calderas del ingenio santa Matilde cuenta con 4 calderas las cuales la más grande está completamente automatizada, se trabajan en tiempo de producción que equivale a 5 meses más dos semanas de cogeneración, luego se tienen los próximos 7 meses en lo llamado "Tiempo muerto" refiriéndose al tiempo de reparación y mantenimiento.

Esta área cuenta con varios equipos de automatización teniendo pérdidas de tiempo en busca de cada manual de reparación brindado por cada una de las marcas del equipo, por lo tanto, se decidió crear un manual donde estuviesen todos los equipos comenzando por las válvulas, siendo todas de globo.

4.1 CALDERAS

Hay consenso que las calderas son el corazón de cualquier ingenio, suministran el vapor necesario para mover los motores primarios cuyo escape sirve a su vez como vapor para el proceso. La industria azucarera requiere de vapor tanto para la generación de energía, como para las diversas operaciones unitarias que integran el proceso de fabricación. En la usina, el vapor convertirá en energía eléctrica, la energía térmica transportada por el vapor proveniente de la combustión del bagazo en las calderas.

"La mayoría de las calderas instaladas en ingenios azucareros son susceptibles de recibir mejoras, muchas tienen más de 20, 25, o exceden los 35 años de servicio y su diseño corresponde a la época de su montaje." (Hernandez, 2009)

La energía generada servirá para el accionamiento de las distintas maquinarias, equipos productivos y auxiliares que integran la planta industrial. El vapor de escape y/o de extracción del turbogenerador y de las turbinas de mando de equipos, proveerá la energía térmica para las

diferentes operaciones de calentamiento, evaporación, cocimiento, dilución, refundición, centrifugación y secado que demanda la fabricación del azúcar

Las calderas cuentan con mucho equipo automatizado como se indica brevemente en este trabajo, cuyo objetivo es mantener un mantenimiento de alta eficiencia en los "Tiempos muertos".

"Si bien en algunas calderas bagaceras hay aspectos de automatización que pueden ser poco efectivos por la tremenda diferencia entre el tiempo de respuesta del fenómeno a controlar y de los dispositivos de control, también es necesario enfatizar que los elementos de seguridad no deben obviarse y dejar en las manos de los operarios temas como el nivel de agua o el necesario barrido de gases cuando se queman gases o líquidos auxiliares." (Hernandez, 2009)

4.2 FUNCIONAMIENTO DE LAS CALDERAS.

1. Se separa el bagazo del jugo de la caña de azúcar, se deposita en un área, y se lleva por medio de bandas transportadoras hacia la planta termoeléctrica.
2. Ya en la planta, la faja deposita el bagazo en el horno de la caldera para quemarlo en movimiento a una temperatura que va de los 850 a los 900 grados centígrados.

"El bagazo por su propia naturaleza combustiona prácticamente al instante. Dentro de la caldera hay un sistema interno de inyección de aire para crear la turbulencia, para que una vez entre al horno sea esparcido en toda el área de este y se cree un remolino para que se queme en el aire, para que se queme al instante" jefe de producción Azucarera Argentina.

3. Luego que se quema el bagazo, la ceniza es recolectada y desechada, y los gases de combustión entregan la energía a las diferentes etapas del proceso de la caldera, entre paredes de agua, sobre calentadores, economizador y economizador de aire para generar el vapor a las condiciones adecuadas. En total en la caldera, se procesan 220 toneladas de bagazo por hora.
4. Los gases pasan a través del procesador electrostático, para no emitir gases fuera de norma al medio ambiente. Luego el vapor generado es transportado por medio de tuberías a la turbina que lo convierte en energía mecánica, para mover el generador que convierte el vapor en energía eléctrica.

4.3 CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS

1. Basada en la tecnología de combustión
 - Calderas convencionales con combustión suspendida o semi suspendida sobre grillas horizontales o inclinadas, fijas o móviles
 - Calderas de lecho fluidizado tipo BFBC o CFBC
2. Basada en la producción de vapor
 - Baja capacidad– $Gv \leq 100$ ton / h
 - Media capacidad – $250 \geq Gv \geq 150$ ton / h
 - Alta capacidad – $400 \geq Gv \geq 250$ ton / h
3. Basada en la presión de trabajo
 - Baja presión – $pt < 25$ bar
 - Media presión – $70 \geq pt \geq 30$
 - Alta presión – $150 \geq pt \geq 80$
4. Basada en la forma de soporte
 - Colgante
 - Soportada en la base
5. Basada en la separación agua-vapor
 - Un sólo domo
 - Dos domos

En el ingenio santa Matilde se usan calderas basadas en la separación agua-vapor de un solo domo y acuotubulares.

4.4 CALDERAS DE UN SOLO DOMO Y ACUOTUBULARES

Estas calderas están especialmente diseñadas para operar en alta presión, en reemplazo de las de diseño de dos domos, en la cuales, bajo estas condiciones de operación, el espesor del domo resulta muy elevado (150 mm o más para 100 bar), presentando problemas en la fijación de los tubos por mandrilado.

Las calderas acuotubulares son aquellas en las que el agua circula por el interior de los tubos y los humos de combustión por el exterior de estos.

El agua líquida entra al economizador, donde se calienta hasta una temperatura próxima a la de saturación, se introduce en el calderín y desciende por los tubos de riego hasta el colector inferior, distribuyéndose hacia los tubos vaporizadores, donde se forman las burbujas de vapor que a su vez se separan en el calderín. El vapor saturado puede calentarse por encima de su temperatura de saturación en el sobre calentador. La circulación del agua por los tubos de bajada (riegos) y de subida (vaporizadores) puede ser por convección natural, debido a la diferencia de densidades (izquierda), o forzada mediante una bomba (derecha). UENTE: Babcock & Wilcox Co., "Steam. Its generation and use", 40th F ed. (1992) (ver ilustración 2)

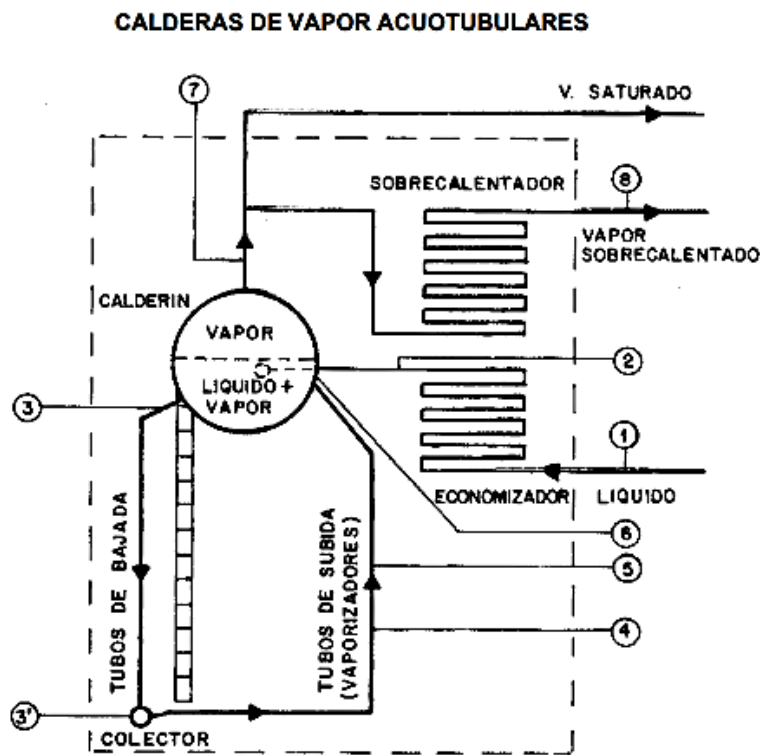


Ilustración 2 Esquema de una caldera acuotubulares de vapor

Fuente: 40th F ed. (1992)

4.5 EQUIPO DE LAS CALDERAS

El ingenio santa Matilde cuenta con 4 calderas las cuales una tiene una automatización completa y las otras tres están semi-automatizadas, debido a que la caldera numero 4 es la más grande y a la que más se le exige durante el tiempo de producción, esta caldera fue comprada con todos los

implementos de automatización y la mayoría son de marca Fisher, el manual de mantenimiento y fichas técnicas está dirigido hacia el siguiente equipo:

4.5.1 CALDERA NO. 1

Caldera # 1	manómetros y termómetros
	tiro inducido
	tiro forzado revisión
	transmisor de presión de vapor
	transmisor de nivel
	transmisor de flujo de vapor
	válvula control nivel domo
	válvula control petróleo
	dámper aire para petróleo
	transmisor presión hogar
	transmisor de flujo de agua
	cámaras de video
	sensores de temperatura A2:E15

Tabla 1 Equipo de caldera No. 1

Fuente: Propia

4.5.2 CALDERA NO. 2

Caldera # 2	manómetros y termómetros
	tiro inducido
	tiro forzado revisión
	transmisor de presión de vapor
	transmisor de nivel
	transmisor de flujo de vapor
	válvula control nivel domo
	válvula control petróleo
	dámper aire para petróleo
	transmisor presión hogar
	transmisor de flujo de agua
	cámaras de video
	sensores de temperatura

Tabla 2 Equipo Caldera No. 2

Fuente: Propia

4.5.3 CALDERA NO. 3

Caldera # 3	manómetros y termómetros
	tiro inducido
	tiro forzado revisión
	transmisor de presión de vapor
	transmisor de nivel
	transmisor de flujo de vapor
	válvula control nivel domo
	válvula control petróleo
	dámper aire para petróleo
	transmisor presión hogar
	transmisor de flujo de agua
	cámaras de video
	sensores de temperatura
	analizador de gases

Tabla 3 Equipo Caldera No. 3

Fuente: Propia

4.8.4 CALDERA NO. 4

Caldera # 4	manómetros y termómetros
	tiro inducido
	tiro forzado
	transmisor de presión de vapor
	transmisor de nivel
	transmisor de flujo de vapor
	válvula flujo mínimo de vapor
	válvula purga de fondo
	válvula purga continua
	válvula entrada vapor a sopladores
	analizador de gases
	sensores de temperatura
	alarmas de nivel del domo
	sensores tiro inducido y forzado cerrado
	transmisores control de combustión
	válvula control nivel domo
	Sopladores
	transmisor presión hogar
transmisor de flujo de agua	

Tabla 4 Equipo completo Caldera 4

Fuente: Propia

4.6 Mantenimiento

Los mantenimientos descritos en el manual van orientados de la siguiente manera (ver ilustración 3):

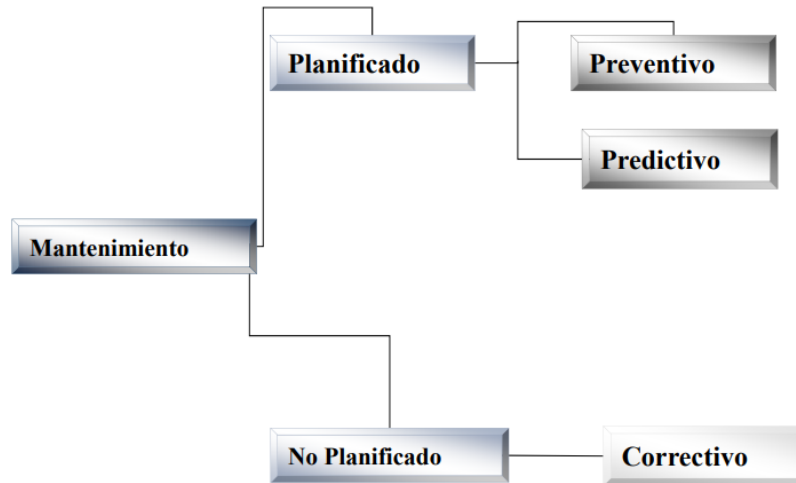


Ilustración 3 Plan de mantenimiento del manual

Fuente: renovetec

4.6.1 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Para hacer un buen mantenimiento predictivo se deben seguir tres pasos:

1. Detección: Reconocimiento del problema.

La detección consiste en encontrar un problema en la maquinaria. Para ello es necesario un seguimiento constante y riguroso del nivel de vibraciones de una máquina.

2. Análisis: Localización de la causa del problema.

una vez que se ha encontrado éste, se identifican sus posibles causas. Este estudio es complicado, depende en cada caso del punto donde aparece el defecto, la posición y el entorno de la máquina.

3. Corrección: Encontrar el momento y forma de solucionar el problema.

una vez encontrado un problema y analizado sus causas, es necesario estudiar las acciones a realizar para solucionarlo, a la vez que buscar el momento adecuado para su reparación, intentando que esta sea lo más eficiente posible y que afecte de forma mínima el proceso de producción, aprovechando para ello una parada o una situación en la que la carga de trabajo para la máquina sea menor que en otras.

4.6.1.1. Mantenimiento de caldera anual

1. Limpiar el calentador eléctrico y el calentador de vapor para combustible, así como asentar la válvula de alivio y las reguladoras de presión.
2. Revisar el estado en que se encuentran todas las válvulas de 1 la caldera, asentarlas si es necesario y si no se pueden asentar, cambiarlas por otras nuevas.
3. Re-engrasar los baleros de la bomba de agua de combustible.
4. Re-lubricar los baleros sellados de las transmisiones o motores que tengan este tipo de baleros. Repónganse los sellos cuidadosamente, reemplácense los baleros defectuosos o los que se tenga duda.
5. Vacíe y lave con algún solvente apropiado el tanque aire-aceite, así como todas las tuberías de aire y aceite que de él salgan, procurando que, al reponerlas, queden debidamente apretadas
6. Cámbiese el lubricante por aceite nuevo SAE 10.
7. Desarme e inspeccione las válvulas de seguridad, así como las tuberías de drenaje.

4.6.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es el conjunto de tareas que se llevan a cabo para corregir un fallo, una vez que éste se ha producido o al menos se ha iniciado el proceso que finalizará con la ocurrencia del fallo.

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

4.6.2.1 Mantenimiento correctivo de emergencia

Es el que se hace dejando el equipo trabajar hasta se presenta la falla, sin una planeación, ni inspección, ni búsqueda de evidencias de falla previas. Ya que el equipo puede parar en la mitad de un proceso productivo, son evidentes los sobre costos en producción, mano de obra, materia prima, etc. Desafortunadamente muchas industrias, por no invertir a tiempo y dinero en un programa planificado de mantenimiento dejan dañar sus equipos, hasta hacer mantenimiento correctivo de emergencia.

4.6.2.2 Mantenimiento correctivo programado o planeado.

En éste tipo de mantenimiento se permite que los equipos trabajen, se desgasten y desajusten sus partes, hasta un grado tal que sea notoria la perdida de eficiencia, pero sin llegar a una alta probabilidad de falla inmediata. En ese punto y de acuerdo a una evaluación e inspecciones previas, se programa su reconstrucción o reparación, en un momento propicio, para volver a repetir el ciclo. Normalmente las Empresas planean o programan este Mantenimiento, cada determinado tiempo, usualmente coincidiendo con vacaciones colectivas o bajos periodos de producción, de acuerdo a una frecuencia semestral o anual, determinada por la experiencia de desgastes observada en reparaciones anteriores. El Mantenimiento Correctivo Programado o Planeado a veces implica el desmantelamiento de toda la planta o equipo mayor, para hacer limpieza, revisión y mantenimiento general.

Este es el momento que se aprovecha para modificar aquellas partes de la maquina cuyo deficiente diseño o estado grave de deterioro ponen en peligro la seguridad o la eficiencia del equipo. Se emplea en grandes Industrias como las Cerveceras o las Acerías, en grandes equipos, que se deben desmantelas para corregir desgastes, aprovechando una parada de producción, y cuyo proceso de parada, reparación y puesta en marcha toma mucho tiempo. En este caso, se cambian rodamientos y otras piezas que aún tiene vida útil, pero que posiblemente no aguantan hasta un próximo desensamble de todo el equipo.

4.7 VÁLVULAS

Una Válvula es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples

hasta los más corrosivos o tóxicos, mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Pueden ser de varios tipos según sea el diseño del cuerpo y el movimiento del obturador y según la magnitud que regula.

4.7.1 TIPOS DE VÁLVULAS

1. Válvula de mariposa
2. Válvula de bola
3. Válvula de compuerta
4. Válvula de globo
5. Válvula check
6. Válvula de pistón
7. Válvula de aguja
8. Válvula cuchilla
9. Válvula de diafragma
10. Medidores de flujo
11. Válvula de contacto

“Las válvulas deben instalarse de modo tal que el flujo a través de la misma sea el indicado por la flecha de dirección de flujo en el cuerpo de la válvula. Se debe considerar la instalación de un filtro aguas arriba, especialmente si la válvula utiliza una jaula Cavitrol III, Whisper Trim III o internos WhisperFlo.”
(automation, emerson, 2019)

4.7.2 VÁLVULAS DE GLOBO

Todas las válvulas utilizadas en el ingenio santa Matilde para el área de calderas son las válvulas de globo debido a su alto rendimiento.

Las válvulas de globo que posee un tapón obturador en forma de cono sujeto y accionado por un vástago para abrir, cerrar o regular el flujo del líquido o gas que pasa por el orificio de paso que se encuentra en el cuerpo de la válvula.

Las válvulas de globo a diferencia de las otras válvulas, permiten aplicarlas en regulación de fluidos y realizan un cierre hermético cuando cuenta con un asiento flexible.

En esta clase de válvulas el fluido no corre de manera directa y en una sola dirección como lo hacen otras válvulas si no que el fluido entra y sube dentro del cuerpo de la válvula, es estrangulado por el embolo según qué tan abierta o cerrada se encuentra la válvula, y después baja el fluido hacia la salida de la válvula. En las válvulas globo, el fluido hace un movimiento de columpio dentro donde choca con el embolo que regula cuanto fluido debe de pasar por la válvula.

Las válvulas globo tienen la ventaja de regular, pero tienen la desventaja de que, al detener cierta parte del fluido para regularlo, generan una caída de presión dentro de la línea lo que debe ser considerado en los cálculos técnicos para que esta clase de válvulas y otras circunstancias que hay dentro de la línea no impidan que el fluido deba de llegar hasta donde se requiere.

“Por estanqueidad, y nivel de Cv prescindimos de mariposa, bola, *rotary-plug*. Nos centramos en tipo globo. Revisando catálogos, y teniendo en cuenta también la Δp de cierre, una válvula de globo con obturador desequilibrado, tendrá limitaciones de estanqueidad y requerirá un actuador grande y especial. Nos centramos en válvula de 4" o 6" equilibrada, guiada por jaula con *trim* Lo-dB de una etapa, de momento.”
(Lopez, 2014)



Ilustración 4 Válvulas Globo

Fuente: Mantenimientos Argentina

4.7.3 VÁLVULAS DE CONTROL

La válvula automática de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varia continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada. Las válvulas del ingenio santa Matilde son controladas de 4 a 20 mA. Y on/ off.

Las válvulas de control constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo.

- Actuador: También llamado accionador o motor , puede ser neumático, eléctrico o hidráulico, pero los más utilizados son los dos primeros, por ser las más sencillas y de rápida actuaciones. Aproximadamente el 90% de las válvulas utilizadas en la industria son accionadas neumáticamente.
- Cuerpo de la válvula: este está provisto de un obturador o tapón, los asientos del mismo y una serie de accesorios. La unión entre la válvula y la tubería puede hacerse por medio de bridas soldadas o roscadas directamente a la misma. El tapón es el encargado de controlar la cantidad de fluido que pasa a través de la válvula y puede accionar en la dirección de su propio eje mediante un movimiento angular. Esta unido por medio de un vástago al actuador.

“Fijaremos la atención en algunos puntos que son fundamentales para definir la válvula. Este análisis se hará sobre la pantalla del programa de cálculo que estemos usando. De esta forma estaremos en condiciones de saber “leer” e “interpretar” las hojas de cálculo que forman parte de una propuesta y oferta técnica de los fabricantes y saber evaluar las diferencias de unos a otros.

Para la selección práctica de una válvula de control hay que seguir un itinerario mental que comprende varios puntos relacionados entre sí.” (Lopez, 2014)

4.7.4 TIPOS DE VÁLVULAS ÁREA CALDERAS

En esta área se utilizan válvulas de globo de tres marcas: Foxboro, Fisher y YCYM, de las cuales cada una tiene su tipo por ejemplo ET, HPD y ES, las cuales tiene diferentes partes en cada una de ellas y a las que va dirigido dicho manual de mantenimiento.

4.7.4.1 Válvulas Tipo ET

Estas válvulas de un solo puerto tienen guía en la jaula, internos de cambio rápido y acción balanceada de empujar hacia abajo para cerrar el tapón de la válvula.

4.7.4.2 Válvulas EZ

Las válvulas EZ son esféricas con conexiones finales integrales, guía posterior e internos de cambio rápido. Estas válvulas se utilizan en aplicaciones de procesamiento de químicos o de hidrocarburos, o bien en aplicaciones que requieren control de fluidos no lubricantes, fluidos viscosos u otros fluidos difíciles de manipular.

4.7.4.3 Válvulas ED

Estas válvulas de un solo puerto tienen guía en la jaula, internos de cambio rápido y obturación de válvula equilibrada con cierre por presión descendente.

4.7.4.4 Válvulas ES

Estas válvulas de un solo puerto tienen guía en la jaula, internos de cambio rápido y acción equilibrada de empujar hacia abajo para cerrar el obturador de la válvula.

4.7.4.5 Válvulas HPD

Las válvulas de ángulo y esféricas HP para alta presión tienen asientos de metal, guía en la jaula, internos de cambio rápido y acción del tapón de empujar hacia abajo para cerrar. Las válvulas HPD usan obturadores de válvula equilibrados. Para proporcionar un sello entre la jaula y un obturador de válvula equilibrado, los obturadores de las válvulas HPD usan anillos de pistón; los obturadores de válvula HP y HPAT usan un anillo de sello asistido por presión.

4.8 CONTROL 4 A 20 MA.

Para transmitir señales en instrumentación industrial, se mantiene un estándar de 4 a 20 mA DC, esto significa que la señal de la corriente usada es usada proporcionalmente para representar señales de medida o salidas.

Se dice que cuando una válvula está a 4 mA representa el 0% es decir está completamente cerrada y al obtener un valor de 20 mA representa el 100% lo cual indica que la válvula está completamente abierta. (ver ilustración 5).

Este control es usado para mantener medidas en el rango adecuado, por ejemplo, en el ingenio se utilizan en el tacho para mantener controlada las entradas de agua y vapor, manteniendo de esta forma lo más esencial que es la densidad de las mieles, al igual que los escapes de vapor.

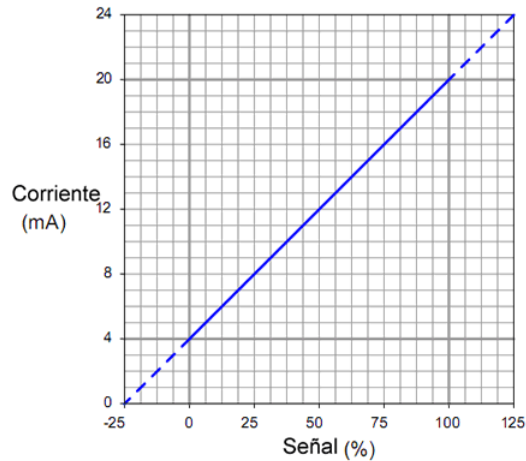


Ilustración 5 Grafica de señal 4 a 20 mA

Fuente: Instrumentación y control

Gutiérrez (2017) afirma: “La válvula de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varía continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.” (pg.61)

4.9 CONTROL ON/OFF

Este tipo de controlador, también es llamado Todo o Nada, usa un algoritmo simple para solamente revisa si la variable de proceso está por encima o por debajo de un setpoint determinado (ver ilustración 6). En términos prácticos, la variable manipulada o la señal de control del controlador cambian entre “totalmente ON” o totalmente OFF, sin estados intermedios. Este tipo de accionamiento provoca un control muy impreciso de la variable de proceso.

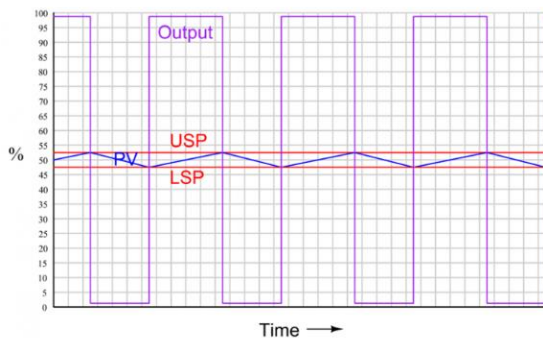


Ilustración 6 Grafica de señal on/off

Fuente: Instrumentación y control (José Carlos)

Rubén, Ricardo (2013) Afirma: "Esta lógica es más bien un sistema de lazo cerrado, aunque depende de la lógica de control, puede también ser implementado en un lazo cerrado, pero fuera de contexto de lo enseñado."

4.10 ACTUADORES

Son un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado, en el ingenio santa Matilde se utilizan los actuadores 657 y 667. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control, como por ejemplo una válvula (ver ilustración 7). Son los elementos que influyen directamente en la señal de salida del automatismo, modificando su magnitud según las instrucciones que reciben de la unidad de control.

En el sistema de cocción se utilizan actuadores para válvulas los cuales se clasifican según sus características. Por el tipo de movimiento la salida puede ser:

- Multi-giro el cual gira múltiples veces el eje roscado de la válvula como un tornillo, el cual es desplazado linealmente.
- Los giros parciales, estos hacen girar la válvula generalmente giran 90 grados, también es conocido como actuador de cuatro giros.
- Leva
- Lineal

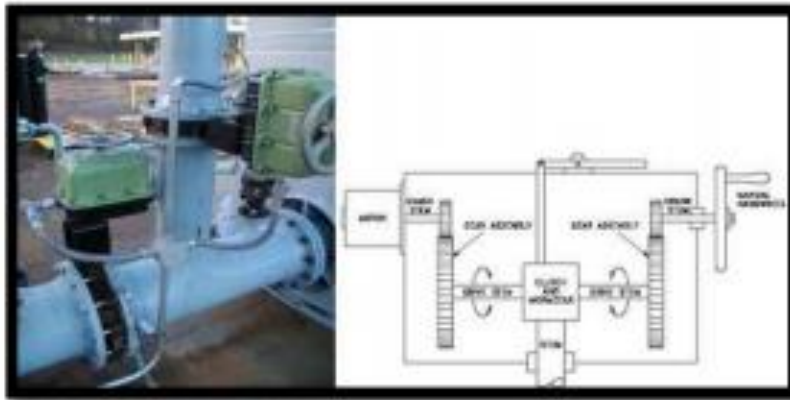


Ilustración 7 Actuator de válvula

Fuente: web mictecnologico.com

Los actuadores neumáticos (ver ilustración 8) funcionan a través de aire o gas presurizado que provocan el movimiento de sus partes mecánicas, son extensamente utilizados por su bajo costo, en caso de fallo, este es más fácil de diagnosticar o reparar en la instalación, a diferencia de los eléctricos.

Están presentes en vuelta de resorte y actuar en doble ángel de 900 y 1800. Este actuator es muy seguro y simple, también rentable y su factor de seguridad es apto 100%.

Los actuadores neumáticos constan básicamente de un diafragma, un vástago y un resorte. Lo que se busca en un actuator de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda una posición determinada del vástago. Teniendo en cuenta que la gama usual de presión es de 3 a 15 lb/pulg² en la mayoría de los actuadores se selecciona el área del diafragma y la constante del resorte de tal manera que un cambio de presión de 12 lbs/pulg², produzca un desplazamiento del vástago igual al 100% del total de la carrera.



Ilustración 8 Actuador

Fuente: Bray.com

“Genéricamente se conoce con el nombre de actuadores a los elementos finales que permiten modificar las variables a controlar en una instalación automatizada. Se trata de elementos que ejercen de interfaces de potencia, convirtiendo magnitudes físicas, normalmente de carácter eléctrico en otro tipo de magnitud que permite actuar sobre el medio o proceso a controlar. Al mismo tiempo aíslan la parte de control del sistema de las cargas que gobiernan el proceso.”(Uniovi, tema7, PDF)

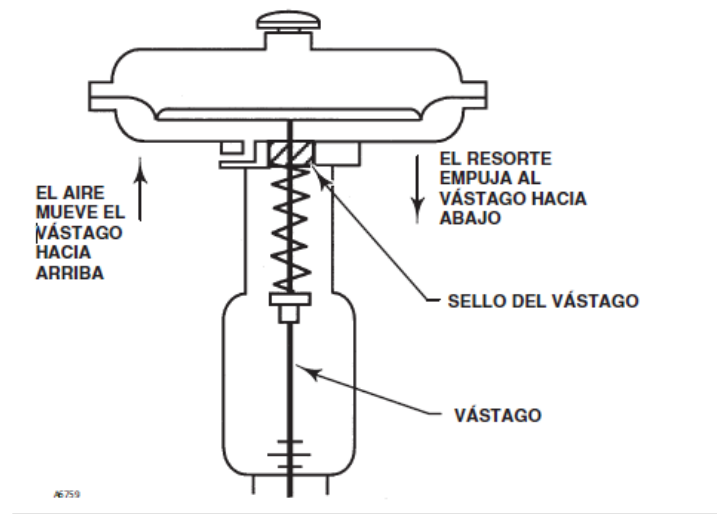


Ilustración 9 Esquema de actuador

Fuente: Uniovi, PDF

“En algunos programas de cálculo se puede seleccionar un determinado tipo de actuador adecuado al *trim* y cuerpo seleccionado. Puede suceder que resulte una actuadora especial, de alto coste, un vástago también de material especial o incluso que no haya actuador adecuado, en fuerza, carrera o velocidad de operación. De ser así tendríamos que seleccionar otro tipo de *trim* y posiblemente de válvula.” (Lopez, 2014)pg.370

4.11 TRANSMISORES

El transmisor es un instrumento que capta la variable en proceso y la transmite a distancia a un instrumento indicador o controlador. Es un equipo que emite una señal, código o mensaje a través de un medio.

Generalmente utilizan el equilibrio de fuerzas, el desequilibrio da lugar a una variación de posición relativa, excitando un transductor de desplazamiento tal como un detector de inductancia o un transformador diferencial. Un circuito oscilador asociado con cualquiera de estos detectores alimenta una unidad magnética y es así como se complementa un circuito de realimentación variando la corriente de salida en forma proporcional al intervalo de la variable en proceso. Su precisión es de 0.5 - 1 % en una salida estándar de 4 - 20 mA Se caracterizan por el rango de entrada del sensor.

4.11.1 TRANSMISORES DE NIVEL

Los instrumentos de nivel pueden dividirse en medidores de nivel de líquido y sólidos.

4.11.1.1 Medidores de líquidos.

Estos trabajan midiendo:

- Directamente la altura de líquidos sobre una línea de referencia.
- La presión hidrostática
- El desplazamiento producido en un flotador por el propio líquido contenido en el tanque del proceso.
- Aprovechando características eléctricas del líquido.
- Utilizando otros fenómenos.

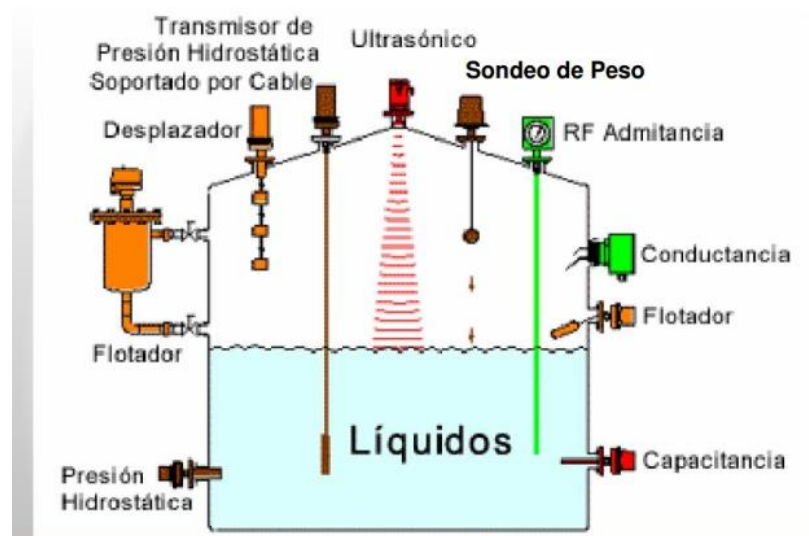


Ilustración 10 Esquema de funcionamiento medidor de líquidos

Fuente: universidad de procesos

4.11.1.2 Medidores de solidos

En los procesos continuos, la industria ha ido exigiendo el desarrollo instrumentos capaces de medir el nivel de sólidos en puntos fijos o de forma continua, en particular en los tanques o en sitios destinados a contener materiales materias primas o productos finales.

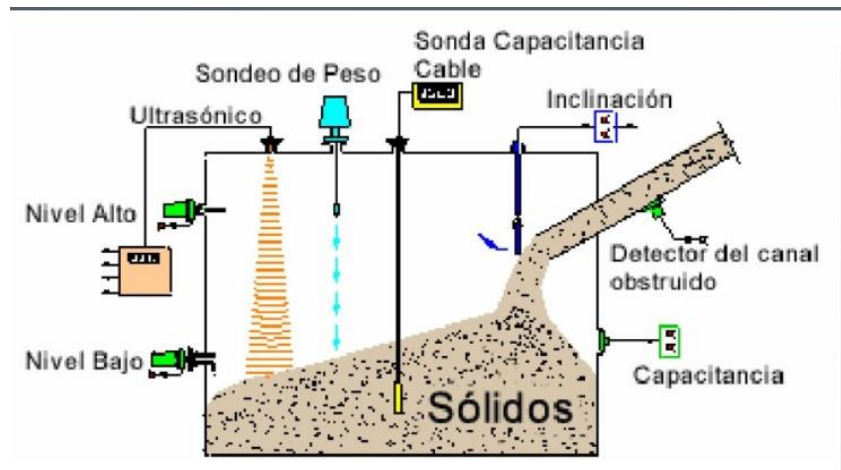


Ilustración 11 Esquema medidor de solido

Fuente: universidad de procesos

4.11.2 TRANSMISORES DE PRESIÓN

Los transmisores de presión son en realidad sensores de presión. Otras denominaciones como transductores de presión, son también admitidas, pero se debe tener cuidado con este aspecto porque algunos fabricantes denominan transductor de presión a los equipos que envían señales en voltios y no en mAmp.

El valor eléctrico más frecuente en este tipo de equipos es de 4 a 20 mAmp, usando un cable de dos hilos como el que figura en la foto, de la empresa Endress + Hauser. Aunque la señal más usada es en mAmp, también se pueden encontrar aplicaciones que trabajan con señales en voltios. Las más frecuentes son de 1-5 voltios ó 0-10 voltios con cables de 3 hilos, pero también se utilizan 0-100 milivoltios con cables de 4 hilos.



Ilustración 12 Transmisor

Fuente: Mundo compresor

4.11.2.1 Funcionamiento

El principio fundamental es conseguir que el valor de presión manométrica de un sistema de aire comprimido sea convertido en un valor eléctrico que permita ser usado en cualquier equipo de control.

Para ello, los diferentes fabricantes han desarrollado equipos basados en los siguientes sistemas:

- **Sensores resistivos**

Estos sensores se basan en la medida de la variación de la resistencia inducida por la deformación en función de la presión. Para ello se utiliza una membrana que se puede deformar de manera controlada en función de la presión. Esta membrana incorpora unos conductores eléctricos que se deforman, al igual que la membrana que los soporta, generando un aumento o reducción de la resistencia, cuyo valor es medido usando un puente Wheatstone.

- **Sensores piezo resistivos**

El principio de la medida con sensores piezo resistivos es similar al de los sensores resistivos. La diferencia reside en la utilización de semiconductores como conductores en vez de metal y la deformación provoca en este caso una variación de la resistencia específica.

- **Sensores capacitivos**

Este principio está basado en la medición de la capacidad de un condensador que varía en función de la aproximación a la superficie activa. Para ello se utiliza una membrana con dos placas metálicas que constituyen el condensador. La deformación de la membrana, inducida por la presión, reduce la distancia entre las dos placas, aumentando la capacidad y manteniendo igual la superficie y la constante dieléctrica.

- Sensores piezoeléctricos

El principio de los sensores piezoeléctricos se basa en un efecto físico que sucede en unos pocos cristales no conductivos como el cuarzo. Cuando se comprime el cuarzo se produce una polarización eléctrica en superficies opuestas. La deslocalización de la estructura cristalina con carga eléctrica genera un momento dipolar que se refleja en una (aparente) carga de superficies. La intensidad de la carga es proporcional a la fuerza empleada por la presión y la polaridad depende de la dirección. La tensión eléctrica generada por la carga de la superficie puede captarse y amplificarse.

4.11.2.2 Tipos

- Transmisores de presión manométrica: Se utilizan para la lectura directa de la presión en una línea de aire comprimido o en algún punto de control de un compresor, secador, etc.
- Transmisores de presión diferencial: Se utilizan para medir la diferencia de presión que existe entre dos puntos. Lo más habitual es verlos instalados en los filtros de línea, filtros separadores de los compresores o en los secadores de adsorción.

4.11.3 TRANSMISORES DE FLUJO

El transmisor de flujo por ultrasonido es un sensor de medición que trabaja sin contacto, es un sensor de caudal ideal cuando la duración de vida y la resistencia revistan gran importancia. La medición de caudal le permite la detección precisa del flujo sin tener que contar con piezas en movimiento. Es ideal para usarlo en lugares donde no se pueden usar un transmisor de flujo con piezas en movimientos, como, por ejemplo, ruedas aladas. El líquido fluye a través de un tubo de acero inoxidable recto, aislado respecto a cualquier elemento externo. El transductor ultrasónico está situado en la parte exterior de la tubería, y no tiene ningún contacto con el medio. El principio de medición del transmisor de flujo por ultrasonido está basado en el tiempo de tránsito ultrasónico. En el tubo exterior de medición se encuentran dos elementos ultrasónicos. Ambos

transductores se usan como transmisor y receptor, enviando una señal ultrasónica en el sentido de la corriente y posteriormente en sentido inverso. La diferencia entre ambas velocidades ultrasónicas es proporcional a la velocidad media del flujo.

4.12 TIRO EN CALDERAS

EL tiro en las calderas industriales es la depresión la cual puede utilizarse para generar el caudal de aire que se necesita para iniciar y mantener el proceso de combustión y así evacuar los productos que se originan tras la combustión, el operador de calderas debe controlar dicho parámetro. El tiro teórico es el tiro que debería estar disponible en la base de la chimenea si no existirían pérdidas por rozamiento, esta circunstancia será detallada posteriormente cuando expliquemos las chimeneas.

“Se denomina TIRO a la DIFERENCIA DE PRESIÓN, medida entre un punto cualquiera del sistema y la atmósfera. Esta diferencia de presión se suele expresar en mm.c.a.cm.c.a y/o en in.c. a, Generalmente es medida por un tubo en ‘U o bien por sensores depresión ” (niño)

4.12.1 TIRO FORZADO

El tiro Forzado es la expulsión de los gases y humos producto de la combustión mediante la aspiración de los mismos y permite que los gases de la combustión sean expulsados mediante aspiración lograda por un ventilador especial, resistente a las temperaturas y agresiones de los componentes de los humos, e impulsados a la chimenea, cuya altura depende exclusivamente de los condicionantes de contaminación impuestos por la legislación del lugar.

En el tiro forzado el ventilador principal se encuentra posicionado antes de la cámara de combustión con lo cual la presión en la misma será positiva.

“Este sistema presenta la ventaja de no precisar más altura de chimenea que la impuesta por la legislación acerca de la contaminación atmosférica del lugar, pero consume energía motriz (eléctrica) y está sujeto a las paradas del ventilador por mantenimiento o avería. Precisa, por lo tanto, de un doble ventilador. ”
(Sanchis, 2017)

4.12.2 TIRO INDUCIDO

En el tiro inducido el ventilador principal se encuentra ubicado después de que los gases de escape hayan atravesado los tubos de la caldera y antes de la chimenea de esta manera la presión en el hogar será negativa, suele consumir más energía que el tiro forzado, la inversión en ventiladores es inferior, puesto que no se trata de ventiladores especialmente resistentes a temperatura y agresiones químicas.

“Se denomina diferencia de tiro al valor correspondiente a la desigualdad en la presión estática que existe en dos puntos de un circuito de aire y de gases. El regulador de tiro en las calderas industriales es un dispositivo que se puede encontrar el operador de calderas y nos permitirá controlar la presión en la cámara de combustión de manera que sea la adecuada a las exigencias del proceso de combustión” (Sanchis, 2017)

4.13 SOPLADORES

Los sopladores son dispositivos mecánicos utilizados durante el funcionamiento, para la limpieza de las deposiciones de ceniza del lado de humos de la caldera (escoria y polvo), de forma periódica.

El funcionamiento de un soplador en una determinada aplicación varía con:

- Su localización en la caldera
- La cobertura de limpieza requerida
- La severidad de la acumulación de las deposiciones

Un soplador se compone de:

- Un elemento tubular o lanza que se introduce en el interior de la caldera y que transporta el medio de limpieza
- Unas toberas en el extremo de la lanza, para acelerar y dirigir el medio de limpieza
- Un sistema mecánico para introducir o girar la lanza
- Un sistema de control

4.13.1 TIPOS DE SOPLADORES:

1. Soplador de posición fija.

Utilizado para retirar el polvo o ceniza ligeramente adherida a los bancos tubulares o a los conductos de humos; es más económico de instalar y funciona mejor que el soplador retráctil. Sólo se utiliza en zonas de baja temperatura y en los casos en que no se requiera la elevada energía propia de grandes toberas. El tamaño de las toberas es del orden de 0,3125" (8 mm).

2. Soplador retráctil de carrera corta.

Se utiliza para la limpieza de los tubos de la pared de agua del hogar. La posición de la tobera, cuando el soplador está completamente extendido, se encuentra a 1,5" (38 mm) de la cara de los tubos.

3. Soplador retráctil de carrera larga.

Se utiliza en calderas de recuperación de la industria química. Para la limpieza de bancos tubulares, el extremo de la lanza tubular lleva un juego de toberas para el medio de limpieza, que se extiende hasta el interior de la cavidad de la caldera. (ver ilustración 13)

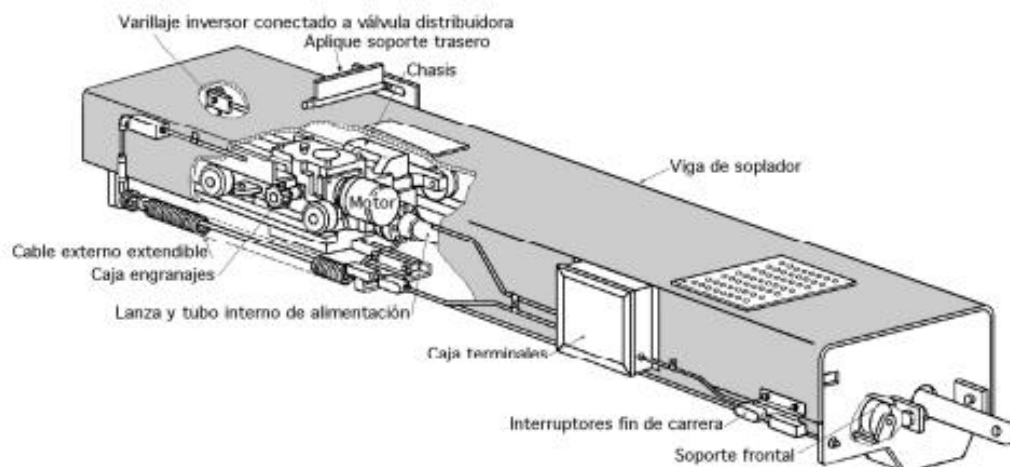


Ilustración 13 Soplador retráctil

Fuente: calderas térmicas

“Los sopladores retráctiles de carrera larga se aplican en cavidades horizontales y verticales, y utilizan aire o vapor como medio de limpieza. Cuando las deposiciones son difíciles de retirar se emplean toberas especiales que usan agua como medio de limpieza.” (Fernandez, 2010)

4. Soplador de lanza de agua.

Se utiliza en las superficies de las paredes del hogar, cuando las deposiciones de escoria no se pueden retirar por los sopladores de pared convencionales, de aire o de vapor. Se utilizan en instalaciones que queman lignitos o carbones sub bituminosos, que tienen cenizas de alta reflectividad.

“Las velocidades de desplazamiento y de rotación varían durante el ciclo de limpieza para obtener un tiempo uniforme de reposo (velocidad de progresión del chorro), con el fin de optimizar el uso del agua en la limpieza y limitar el choque térmico. El agua se emplea únicamente durante la etapa de entrada (inserción) de la lanza, para evitar el choque térmico sobre los tubos limpios en la etapa de salida (retracción) de la misma.” (Fernandez, 2010)

5. Sopladores para limpieza de calentadores de aire.

Los calentadores de aire tubulares se limpian con un soplador especial de carrera larga, no rotativo, que lleva un elemento Multi-tobera soportado interiormente, similar a las toberas utilizadas en los sopladores rotativos de posición fija.

“Estos sopladores se identifican como sopladores IK de línea recta o sopladores rastrillo. Se ubican en el lado de salida de humos del calentador de aire, con las toberas posicionadas para que soplen dentro de los extremos abiertos de los tubos. Este elemento en T se mueve adelante y atrás, paralelamente a la cara de la placa tubular, y tiene entre uno y tres elementos en paralelo, que están alimentados por la lanza móvil.” (Fernandez, 2010)

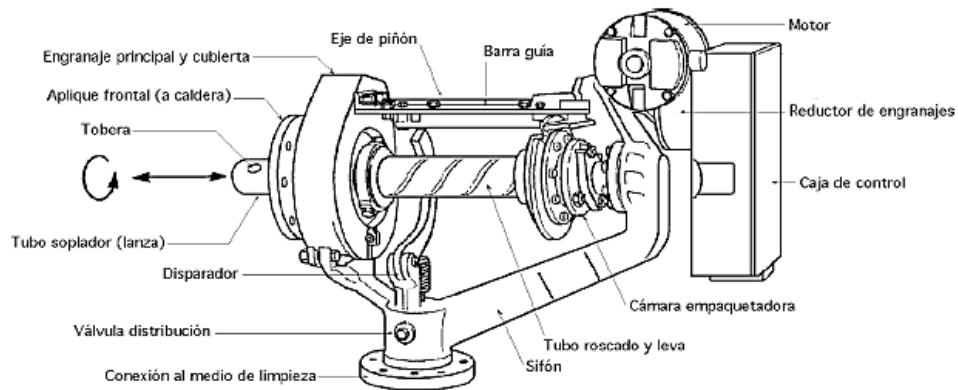


Ilustración 14 Soplador rotativo

Fuente: calderas térmicas

4.14 ATEMPERADORES

Los atemperadores son los equipos industriales más utilizados para reducir la temperatura de un fluido, en muchos procesos de fabricación, el vapor se recalienta y se distribuye a alta presión por motivos de eficiencia.

Los atemperadores se puede utilizar principalmente para dos funciones:

- Acondicionar un vapor sobre-calentado.
- Llevar el vapor al límite de la saturación.

4.14.1 CARACTERÍSTICAS

- Los tamaños de los atemperadores varían de 2" a 30" para una amplia aplicación.
- El conocimiento sobre los sistemas de vapor se aplica al momento de diseñar y medir.
- La reducción de la temperatura del vapor recalentado mejora las propiedades de transferencia de calor.
- No se necesitan partes móviles ni soportes especiales.
- Se encuentra disponible un paquete de control opcional.

“Los atemperadores de contacto directo reducen la temperatura del vapor sobrecalentado para producir temperaturas de vapor que se aproximan a la temperatura de saturación. Para enfriar el vapor sobrecalentado se pone agua en contacto directo con el vapor, esta se evapora y re vaporiza absorbiendo la energía térmica del vapor.” (solution, 2016)

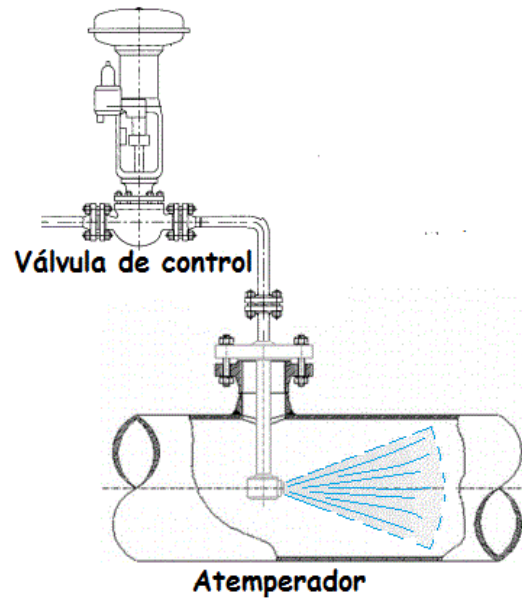


Ilustración 15 Función de un atemperador

Fuente: Instrumentación y control de plantas industriales.

Accesorios de los atemperadores:

- Filtro
- Válvula de chequeo
- Válvula todo-nada
- Válvula en by-pass

4.15 CONEXIONES A ESCLAVO

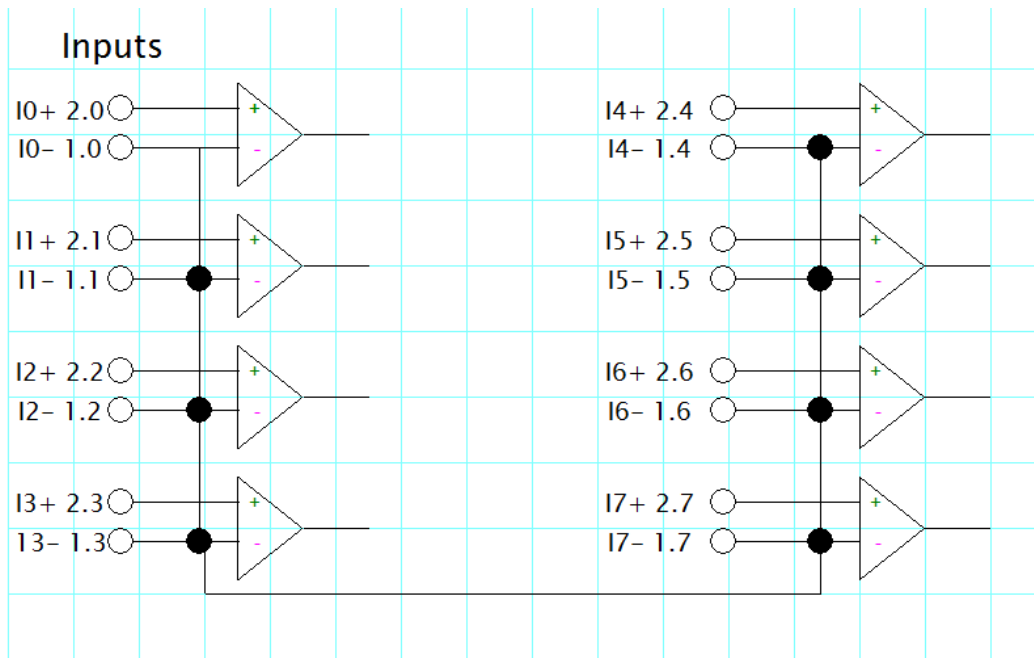


Ilustración 16 Entradas de conexión módulo AX522 de esclavo

Fuente: Propia

En la ilustración 16 se muestra las conexiones generales a las entradas de los módulos donde están conectados los equipos de automatización del área de calderas.

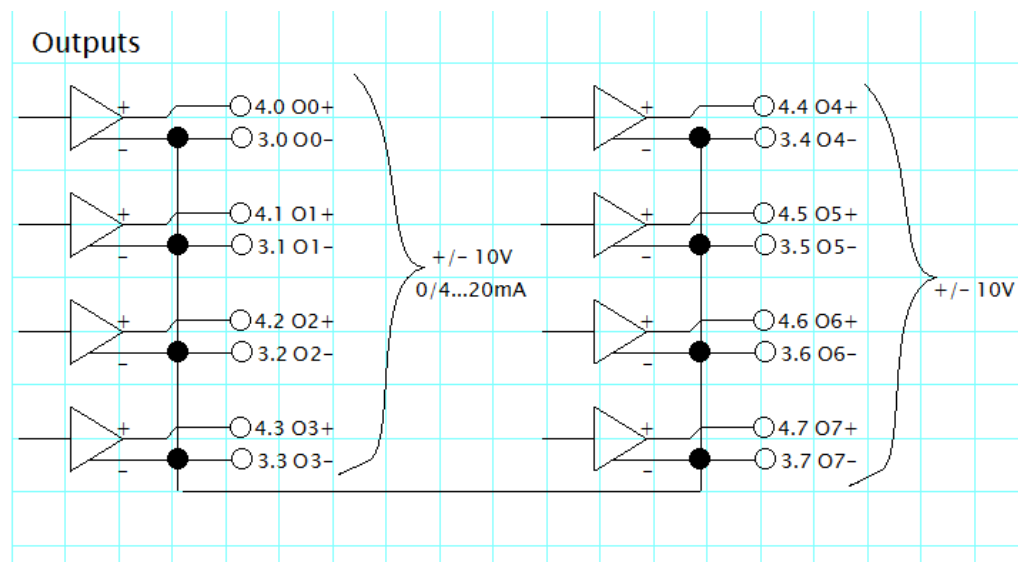


Ilustración 17 Salidas de conexión módulo AX522 de esclavo

Fuente: Propia

En la ilustración 17 se muestra las conexiones generales a las salidas de los módulos donde están conectados los equipos de automatización del área de calderas.

V DESARROLLO

Un manual operativo es una herramienta de apoyo para el funcionamiento del negocio y un instrumento de medición que permite asegurar la calidad en los procesos y las técnicas para su buena ejecución.

El manual se desarrolló de la siguiente manera:

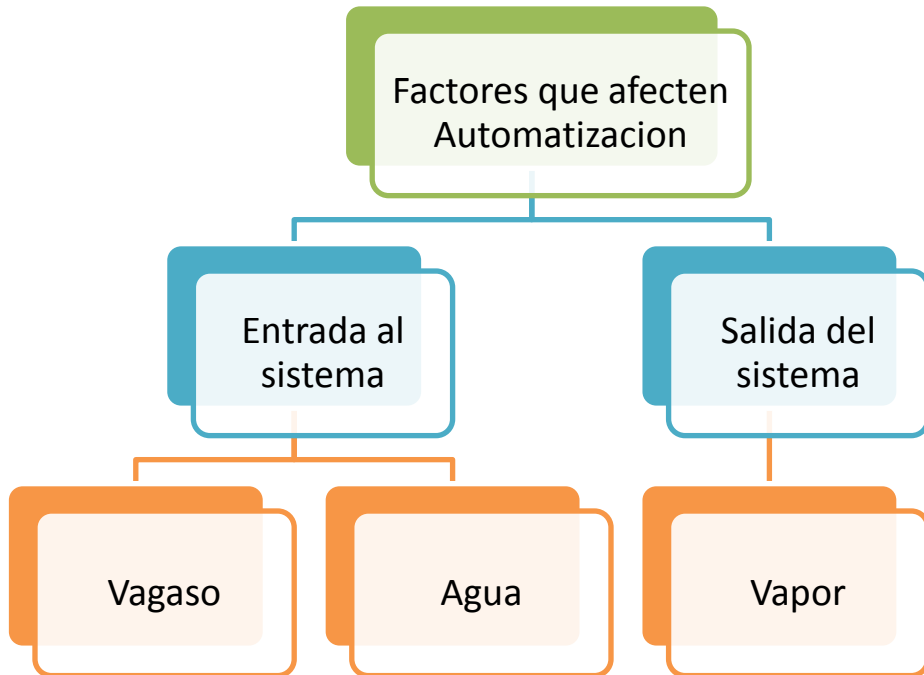
1. Antes de iniciarlo es importante que definas la estructura que tendrá éste mismo. Cada concepto requiere de características específicas y particulares, tales como el lenguaje, ejemplos gráficos, etcétera.
2. Es indispensable saber que no todo el manual lleva la misma redacción, ya que hay segmentos que van dirigidos al ejecutor del proceso, o bien, al operador de la maquinaria, de ahí la necesidad de identificar plenamente quiénes serán los usuarios del manual para utilizar el lenguaje y el contenido correctos.
3. Una vez que identificado el usuario de un manual, tienes que definir si vas hacer un documento por puesto, área o para toda la organización. Esta clasificación te permitirá saber si necesitas elaborar sub-manuales o guías operativas para cada caso.
4. No hay que olvidar definir las políticas que van a delimitar el desempeño de cada individuo, determinado los factores que es necesario medir y evaluar en la operación cotidiana.
5. Identifica y selecciona los principales procesos de equipo, que se plasmara en el documento. Se tuvo en cuenta que sólo deben contener la información que requiere el usuario.
6. Redacta el manual de una manera ágil, dinámica, concreta y accesible. Incluye elementos gráficos y muy visuales, pues puede ser mucho más entendible mostrar imágenes de la preparación de una pizza, que redactar un recetario de varias hojas.

Para la realización del Instructivo lo primero por hacer era hacer un listado de todos los equipos automatizados en el área de calderas, esto se hizo con la ayuda del supervisor encargado del área, luego se solicitó el formato del Instructivo para poder empezar a trabajar, estableciéndose que se trabajaría con un tiempo promedio observado.

El Instructivo está formado por las siguientes partes:

- Portada
- Introducción
- Objetivos
- Descripción de válvulas
- Descripción de actuadores
- Fichas técnicas
- Referencias
- Conclusiones

5.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN



5.2 MATERIALES

Manual		
AREA DE CALDERAS		
Ítem	Cantidad	Total Hora
Lápiz	1	10
Cuaderno	1	10
Cámara	1	6
Computadora	1	30
Mano de obra	2	46

Tabla 5 Utensilios para manual

Fuente: propia

5.3 METODOLOGÍA

La metodología de un proyecto es el conjunto de procedimientos para la planificación y gestión de todos los componentes del mismo. Desde la gestión de recursos hasta la coordinación del equipo de trabajo o la relación con todos los interesados en los resultados del mismo.

Para realizar el manual, primero se llevó acabo la recolección de cada uno de los datos necesarios, haciendo la observación de cada uno de los equipos de automatización que se utilizan en el área de calderas en el plantel y se realizaron varias rutinas para el control de toma de datos del equipo.

5.4 RESULTADOS

Como resultados de esta actividad se encuentran:

- El manual del mantenimiento del área de calderas.
- Reducción de tiempo en busca de manuales.
- Listado de todos los equipos por caldera.

5.4.2 EJEMPLOS DE LAS FICHAS TÉCNICAS DE VÁLVULAS DEL MANUAL

En el manual están todas las fichas técnicas de las válvulas del área de calderas, donde encontramos todas las especificaciones de cada válvula para poder realizar dicho mantenimiento o pedidos de repuestos de una manera más fácil. (ver ilustraciones 18- 22).

Compañía azucarera Hondureña			
VALVULA ATEMPERACION DE RELLENO 200-20 CALDERA #1			
MARCA		FISHER	
ACTUADOR		CUERPO	
SERIAL	F000099786	SERIE	F000099786
SIZE	50	SIZE	1
TRAVEL	3/4	RATING	CL 300/750 CWP Psi
TYPE	667	PLUG	SST
BENCH	10-30	BODY	STL
UNITS	Psi	TYPE	ED
RANGE	0-53	PORT SIZE	1 5/16
		STEM	SST
		SEAT	SST

Ilustración 18 Ficha técnica de atemperador de relleno

Fuente: propia


Compañía azucarera Hondureña			
VALVULA DE CONTROL DE AGUA TEMPERACION SALIDA TURBO TG1, TG2 Y TG3			
MARCA		FISHER	
ACTUADOR		CUERPO	
SERIAL	17468289	SERIE	17468289
SIZE	34	SIZE	1
TRAVEL	3/4	RATING	CL 300/750 CWP Psi
TYPE	667	PLUG	SST
BENCH	10-30	BODY	STL
UNITS	Psi	TYPE	ED
RANGE	6-30	PORT SIZE	1 5/16
		STEM	SST
		SEAT	SST

Ilustración 19 Ficha técnica Control de agua

Fuente: propia

Compañía azucarera Hondureña 			
PURGA CONTINUA DOMO CALDERA #4			
Cuerpo Valvula		Actuador	
Serie	EU03387591	Serie	EU03387591
Tamaño	1 in	Tamaño	34
Rating	CL600	Rango	0.4-2
Caract	.-%	Tipo	
CV	3.07	Fail	close
Packing	GRAPHITE	Presion max.	6.2
Tipo	EZ	Bench set	1.2-2
Body	WCC	Unidad	Bar
Travel	3/4 in		
Trim	316/COCR-A		
Unidad	Bar		
TAG	XV 100	Marca	Fisher

Ilustración 20 Ficha técnica Purga de fondo

Fuente: propia

Compañía azucarera Hondureña 			
VALVULA FLUJO MINIMO DE VAPOR CALDERA #4			
Cuerpo Valvula		Actuador	
Serie	EU03388193	Serie	EU03388193
Tamaño	3 in	Tamaño	70
Rating	CL 1500	Rango	0.4-2.39
Caract	LINEAR	Tipo	667
CV	26	Fail	close
Packing	S.GRAPH RIB/FIL	Presion max.	3.4
Tipo	HPD	Bench set	1.5-2.1
Body Corp	A 217 WC9	Unidades	Bar
Travel	1 1/18		
Trim Equip	316 SST/COCR-A		
Unidad	Bar		
TAG	FV 300	Marca	Fisher

Ilustración 21 Ficha técnica flujo mínimo

Fuente: propia

Compañía azucarera Hondureña 			
VALVULA REGULADORA DE PRESION AL ATEMPERADOR 900 CALDERA #4			
Cuerpo Valvula		Actuador	
Serie	EU03387589	Serie	EU03387589
Tamaño	1 in	Tamaño	34
Rating	CL600	Rango	0.4-2
Caract	.-%	Tipo	667
CV	3.07	Fail	close
Packing	TFE	Presion max.	6.2
Tipo	EZ	Bench set	1.2-2
Body	WCC	Unidad	Bar
Travel	3/4 in		
Trim	316/COCR-A		
Unidad	Bar	Marca	Fisher
TAG	PV 300		

Ilustración 22 Ficha técnica válvula Reguladora

Fuente: propia

5.4.2 EJEMPLOS DE LAS FICHAS TÉCNICAS DE TRANSMISORES DEL MANUAL

En el manual están todas las fichas técnicas de los transmisores del área de calderas, donde encontramos todas las especificaciones de cada válvula para poder realizar dicho mantenimiento o pedidos de repuestos de una manera más fácil. (ver ilustración 23- 24)


 Compañía azucarera Hondureña	
Transmisor de presion al hogar Caldera #4	
Presion	Diferencial
Serie	7MF4434-1BA02-1AB1-Z
Marca	Siemens
Alcande de medida	0 a 20 mbar
Rango programado	-50mmH2O a 50 mmH2O
LINEAL	

Ilustración 23Ficha técnica presión al Hogar

Fuente: propia


 Compañía azucarera Hondureña	
Transmisor de presión vapor después de sobrecalentador Caldera #4	
Presión	Manométrica
Serie	7MF4034-1FA00-1AB1-Z
Marca	Siemens
Alcance de medida	0 a 160 bar
Rango programado	0 a 100 bar
LINEAL	

Ilustración 24 Ficha técnica sobre-calentador

Fuente: propia

5.4.2 EJEMPLO DEL MANUAL

En el manual encontramos todas las especificaciones de cada válvula para poder realizar dicho mantenimiento o pedidos de repuestos de una manera más fácil. (ver ilustraciones 25-27).

Ing. Andrade
Ing. Canales



PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO/ PREDICTIVO Y FICHAS TÉCNICAS. ÁREA CALDERAS

Ilustración 25 Portada del manual

Fuente: propia

IV Plan de mantenimiento	6
4.1 VÁLVULAS ET	6
4.1.1 INSTALACIÓN.....	6
4.1.2 DESMONTAJE.....	7
4.1.3 MONTAJE.....	8
4.1.4 DESCRIPCION DE PARTES VALVULA:	10
4.2 VÁLVULAS EZ	11
4.2.1 INSTALACIÓN	11
4.2.2 DESMONTAJE.....	12
4.2.3 MONTAJE.....	13
4.2.4 DESCRIPCIÓN DE PARTES VALVULA:	15
4.3 VÁLVULAS ED	16
4.3.1 INSTALACIÓN.....	16
4.3.2 DESMONTAJE	17
4.3.3 MONTAJE.....	18
4.3.4 DESCRIPCIÓN DE PARTES VALVULA:	19
4.4.1 INSTALACIÓN	20
4.4.2 DESMONTAJE.....	21
4.4.3 MONTAJE.....	22
4.4.4 DESCRIPCION DE PARTES VALVULA:	23
4.5 VÁLVULAS HPD	24
4.5.1 INSTALACIÓN	24

Ilustración 26 Índice de manual

Fuente: propia

4.1 VÁLVULAS ET

4.1.1 INSTALACIÓN

1. Antes de instalar la válvula, revisar que no haya danos ni material extraño en la válvula ni en el equipo asociado.
2. Asegurarse de que el interior del cuerpo de la válvula este limpio, que las tuberías estén libres de material extraño y que la Válvula este orientada de tal manera que el caudal de la tubería este en la misma dirección que indica la flecha ubicada al lado de la válvula.
3. El conjunto de válvula de control se puede instalar en cualquier orientación, a menos que haya límites de criterios sísmicos. Sin embargo, el método normal es con el actuador vertical encima de la válvula. Otras posiciones pueden ocasionar un desgaste no uniforme en el tapón y en la jaula de la válvula, además de una operación no adecuada. Con algunas válvulas, es posible que el Actuador también necesite un soporte cuando no este vertical.
4. Usar métodos de instalación de tubería y de soldadura aceptados cuando se instale la válvula.

Ilustración 27 ejemplo plan de mantenimiento

Fuente: propia

VI CONCLUSIONES

El manual contiene la información necesaria y adecuada para realizar dichos mantenimientos en el tiempo requerido.

El documento es fácil de manejar y entendible, por lo cual los técnicos tienen la facilidad de entenderlo y adquirirlo en la oficina de Instrumentación.

Se presentan fichas técnicas con todos los datos necesarios para buscar información dentro del manual y para realizar pedidos para repuestos de dichas calderas.

VII RECOMENDACIONES

7.1 A LA UNIVERSIDAD

1. Mejorar el área de mantenimientos industriales.
2. Brindar talleres sobre equipos de automatización industriales.

7.2 A LA EMPRESA

1. Tener mínimo dos copias del manual completo para mayor facilidad al momento de necesitarlo.
2. Capacitar al equipo técnico antes de realizar los mantenimientos al equipo.
3. Mantener de manera accesible los manuales.

VIII BIBLIOGRAFÍA

1. omega. (s. f.). *Sensor de nivel*. Recuperado de <https://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>
2. Red, E. (s. f.). *Transmisores*. Recuperado de <https://www.ecured.cu/Transmisor>
3. Pardo Alonso, J. L. (2012). Montaje y puesta en marcha de sistemas robóticos y sistemas de visión en bienes de equipo y maquinaria industrial (UF0461). Málaga, SPAIN: IC Editorial. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3212280>
4. niovi. (s. f.). *Sensores y Actuadores*. Recuperado de <http://isa.uniovi.es/docencia/autom3m/Temas/Tema7.pdf>
5. renovatec. (2012). *Curso de mantenimiento industrial*. España.
6. compresor, M. (2018). *Transmisores de presion*. Obtenido de mundo compresor: <https://www.mundocompresor.com>
7. ITC, C. (s.f.). *STPS*. Obtenido de <http://www.industrialtijuana.com/mcalderas.htm>
8. Embib, R. (1 de Febrero de 2013). *BlogSEAS*. Obtenido de <https://www.seas.es/blog/automatizacion/secuencia-para-realizar-un-buen-mantenimiento-predictivo/>
9. Meza, E., Erazo, J., Muños, A., & Segovia, D. (s.f.). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/fg1cmmhklchh/transmisores-de-temperatura-y-transmisores-de-nivel/>
10. Alderete, C. (2016). *Calderas a bagazo*. Argentina.
11. automatization, E. (Noviembre de 2017). *Valvulas Ez*. Obtenido de <https://www.emerson.com/documents/automation/instruction-manual-v%E1lvula-de-control-fisher-ez-easy-e-fisher-ez-easy-e-control-valve-spanish-universal-es-125072.pdf>
12. Manzo, W. & Perez, L., *Engineering, Design & Redesigning of Steam Boilers*. 2do.

13. Quesada, F. B. (2009). *Calderas de los ingenios azucareros*.
14. gzastro. (13 de febrero de 2013). *Actuador 657*. Obtenido de <https://www.emerson.com/documents/automation/instruction-manual-actuador-de-diafragma-fisher-657-tama%F1os-30-30i-70-70i-y-87-fisher-657-diaphragm-actuator-sizes-30-30i-through-70-70i-87-spanish-universal-es-123852.pdf>
15. automatization, e. (4 de Diciembre de 2017). *Fisher*. Obtenido de <https://www.emerson.com/documents/automation/instruction-manual-v%E1lvulas-fisher-easy-e-dise%F1os-et-y-eat-clases-cl125-a-cl600-fisher-et-eat-easy-e-valves-cl125-through-cl600-spanish-universal-es-124672.pdf>
16. automatization, e. (26 de Enero de 2019). *emerson*. Obtenido de <https://www.emerson.com/documents/automation/v%E1lvulas-de-control-hp-de-fisher-fisher-hp-series-control-valves-spanish-universal-es-123438.pdf>
17. *industrial valves*. (s.f.). Obtenido de <https://www.flourvalve.net/index.php/es/productos/valvulas-de-globo.html>
18. Martinez, J. (s.f.). *Guia basica calderas* . Madrid: graficos Arias Montano S.A.
19. Sanchez, J. L. (2016). *Automatizacion Industrial*. España: Centro de Estudios Financieros.
20. Sanchis, J. (2017). *Calderas industriales* .
21. niño, J. (s.f.). *Tiro en calderas*.
22. Andrade, O. (Mayo, Junio de 2019). Equipo automatizado. (M. Canales, Entrevistador)

IX ANEXOS



Ilustración 28 Actuador 657 montado en válvula

Fuente: Fisher



Ilustración 29 Actuador 657 montado en válvula

Fuente: Fisher



Ilustración 30 Válvula ET

Fuente: Fisher



Ilustración 31 Válvula de globo Fisher

Fuente: Fisher



Ilustración 32 Transmisor de presión diferencial

Fuente: Mundo compresor



Ilustración 33 Esquema de caldera de bagazo

Fuente: Formared