



**TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO**  
**PRÁCTICA PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO E IMPLEMENTACIÓN DEL**  
**MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE**  
**INSTRUMENTACION INDUSTRIAL DE LAS UNIDADES TECNOLÓGICAS DE**  
**SANTANDER**

**AUTORES**

**KEVIN BRYAN MANTILLA QUINTERO**  
**C.C 1098799383**

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA**  
**TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO**

**BUCARAMANGA**  
**25 DE NOVIEMBRE DE 2019**





**TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO**

**PRÁCTICA PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO E IMPLEMENTACIÓN DEL  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE  
INSTRUMENTACION INDUSTRIAL DE LAS UNIDADES TECNOLÓGICAS DE  
SANTANDER**

**AUTORES**

**KEVIN BRYAN MANTILLA QUINTERO  
C.C 1098799383**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
TECNOLOGO EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO**

**DIRECTOR**

**ING. BRAYAN EDUARDO TARAZONA ROMERO  
MS.c MASTER EN ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGETICA**

**Grupo de Investigación de Sistemas de Energía, Automatización y Control - GISEAC**

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA  
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO  
25 DE NOVIEMBRE DE 2019**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del Jurado

## **DEDICATORIA**

A Dios, primeramente. A mis padres, Alirio Mantilla Gonzales y Sandra Elizabeth Quintero Muñoz.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a Brayan Eduardo Tarazona, docente cátedra de las Unidades Tecnológicas de Santander, quien fue el mentor de esta práctica, además de ser el director de la misma, sus aportes y colaboraciones fueron vitales para el desarrollo de las actividades realizadas.

Agradecimiento a Guillermo Franco quien dirigió los mantenimientos correctivos realizados durante la práctica.

Agradecimiento al Víctor Hugo Zafra quien, como encargado del laboratorio, autorizó los mantenimientos, además facilitó las herramientas necesarias para hacer las intervenciones a los equipos del laboratorio.

Agradecimiento a mi compañero de práctica, Erick Valderrama por su buena labor realizada en conjunto, su responsabilidad, compromiso y calidad como persona contribuyeron a que la práctica se realizara exitosamente.

## TABLA DE CONTENIDO

<b><u>RESUMEN EJECUTIVO.....</u></b>	<b><u>8</u></b>
<b><u>INTRODUCCIÓN.....</u></b>	<b><u>9</u></b>
<b><u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</u></b>	<b><u>100</u></b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	100
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	111
1.3. OBJETIVOS .....	111
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	11
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES .....	12
<b><u>2. MARCOS REFERENCIALES .....</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b><u>3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO .....</u></b>	<b><u>22</u></b>
<b><u>4. RESULTADOS.....</u></b>	<b><u>34</u></b>
<b><u>5. CONCLUSIONES .....</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b><u>6. RECOMENDACIONES .....</u></b>	<b><u>388</u></b>
<b><u>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</u></b>	<b><u>399</u></b>
<b><u>8. ANEXOS .....</u></b>	<b><u>39</u></b>

## RESUMEN EJECUTIVO

Mediante el presente documento se da a conocer la propuesta de trabajo de grado que se lleva a cabo en la modalidad de práctica en las instalaciones del Laboratorio De Instrumentación Industrial de las Unidades Tecnológicas de Santander. Se plantean tres objetivos: acompañamiento académico, realización de mantenimientos correctivos y la implementación del mantenimiento preventivo mediante un manual. Se exponen las actividades realizadas, las cuales incluyen tutorías a los estudiantes, orientación durante las prácticas del laboratorio, acompañamiento a los proponentes de proyectos de grado, intervenciones a los equipos, así como la elaboración del Manual de Mantenimiento Preventivo del laboratorio. Se anexan las evidencias pertinentes, resultados del proyecto, conclusiones y recomendaciones para los futuros practicantes.

### **PALABRAS CLAVE.**

Mantenimiento Correctivo  
Mantenimiento Preventivo  
Eficiencia  
Confiabilidad  
Manual de Mantenimiento.



## INTRODUCCIÓN

Los procesos educativos orientados a la tecnología requieren de un modelo dual de formación teórico-práctica, motivo por el cual en la institución existen laboratorios, en los cuales el estudiante interactúa con las máquinas que va a encontrar en la industria posteriormente, es en este momento cuando el estudiante afianza sus conceptos, aterriza los conocimientos obtenidos en clase y procede a entretejer todos los conceptos asimilados en semestres anteriores con los que está estudiando en la asignatura y los entiende como verdades aplicables al mundo físico real. Sin embargo, el proceso de aprendizaje en los laboratorios es complejo, se deben verificar las medidas de seguridad durante la realización de las prácticas de laboratorio, así como también orientar a los estudiantes en sus diversas inquietudes que podrían surgir en el momento de realizar sus prácticas de laboratorio, adicionalmente se tiene que verificar que se realicen las prácticas de manera correcta. Todas esas implicaciones del proceso crean la necesidad de contar con personal capacitado que brinden apoyo y acompañamiento en los laboratorios. Debido a eso se propone el servicio de auxiliatura en el laboratorio de Instrumentación Industrial de la institución como modalidad “práctica” en calidad de trabajo de grado.

## **1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Laboratorio De Instrumentación Industrial De Las Unidades Tecnológicas De Santander cuenta con una gran variedad de equipos industriales de todo tipo y naturaleza. Estos equipos se encuentran al servicio de los estudiantes de instrumentación, quienes los utilizan en las prácticas de laboratorio para aterrizar los conocimientos teóricos a la realidad práctica de los equipos industriales, sin embargo, la complejidad de estos equipos bien puede generar dudas en los estudiantes en lo que respecta a su manipulación, modo de operación y desmonte de los mismos. Por eso se hace de vital importancia el acompañamiento constante de un auxiliar de laboratorio que los oriente para que los estudiantes realicen las prácticas de manera segura y correcta, obteniendo así el máximo aprovechamiento cognitivo de la asignatura y consolidando los aprendizajes correspondientes. Adicionalmente hay que tener en cuenta que a los equipos se les da un uso bastante intenso y por ende si no hay un auxiliar de laboratorio que les realice constante revisión y mantenimiento, los equipos podrían estar disminuyendo su vida útil e incluso podría perfectamente estar presentándose una falla que los retire de servicio de manera prematura.

**¿QUÉ IMPACTO TIENE EN LA VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL LA INCLUSIÓN DE UN AUXILIAR DE TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO?**

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

La inclusión de un estudiante de Tecnología En Operación Y Mantenimiento Electromecánico como auxiliar de laboratorio de instrumentación Industrial, beneficiará notablemente el desarrollo de las prácticas que se realizan en el mismo, ya que el auxiliar de la asignatura va a buscar por todos los medios a su alcance mantener en el mejor estado posible los equipos que hacen parte del inventario de laboratorio, garantizando el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos que conforman los módulos, ya que el practicante posee las capacidades y conocimientos adquiridos a lo largo del programa, que le permiten contar con bases intelectuales que él usará como herramientas para plantear soluciones a las problemáticas que presenten los equipos y más allá de eso anticiparse a las fallas diseñando planes de mantenimiento para evitar al máximo posible una eventual falla de los equipos. Lo anteriormente mencionado implica un gran beneficio al laboratorio ya que aumenta la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos, esto repercute positivamente en el proceso de aprendizaje de los estudiantes que están cursando la asignatura de Instrumentación Industrial.

## 1.3. OBJETIVOS

### *1.3.1. OBJETIVO GENERAL*

Realizar el mantenimiento correctivo e implementar el mantenimiento preventivo, a los equipos del Laboratorio de Instrumentación Industrial.

### *1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- Brindar apoyo y orientación a los estudiantes durante la realización de las prácticas de laboratorio, dándoles las instrucciones pertinentes para la correcta operación de los equipos, así como la información necesaria para operar bajo las normas básicas de

seguridad industrial que apliquen al caso. Responder las preguntas e inquietudes que los estudiantes tengan sobre los conceptos que hacen parte del contenido de instrumentación industrial.

- Realizar mantenimiento correctivo en caso que se presente una falla en algún equipo de laboratorio, para de esta manera mantener a los equipos en óptimas condiciones de operación. Cada mantenimiento se desarrollará siguiendo una orden de trabajo asignada por el docente director del proyecto.
- Implementar el mantenimiento preventivo a los equipos para evitar posibles fallas futuras, desarrollando una orden de trabajo por cada mantenimiento que se lleve a cabo, posteriormente se debe anexar a la hoja de vida del equipo correspondiente.

#### **1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES**

Previamente se han utilizado estudiantes de tecnología en Operación Y Mantenimiento Electromecánico en función de auxiliares de laboratorio de instrumentación Industrial. Estos auxiliares han hecho un excelente trabajo y han contribuido a mantener en un estado óptimo los equipos que se utilizan en las prácticas de la asignatura mencionada, así como también han realizado reparaciones algunos elementos de laboratorio, tales como bombas hidráulicas, tanques y sensores. Estas tareas que han realizado los estudiantes de electromecánica han sido de gran beneficio para los estudiantes que cursan la asignatura ya que aparte de contar con un laboratorio en excelente estado, también tienen la oportunidad de ser asesorados por los practicantes en lo que respecta a las temáticas de instrumentación y eso ha contribuido notablemente y de manera positiva al proceso de aprendizaje de los estudiantes.

## **2. MARCOS REFERENCIALES**

### **2.1 MARCO CONCEPTUAL**

#### **MANTENIMIENTO**

Desde el punto de vista de la industria y de la ingeniería la concepción del mantenimiento se puede ver desde diferentes perspectivas, por ejemplo, se puede concebir como el conjunto de acciones llevadas a cabo para mantener los equipos en una condición adecuada, tales como una inspección, comprobación, clasificación, reparación, ajuste o reemplazo en un equipo. También se puede definir como un conjunto de acciones de provisión y reparación necesarias para que un elemento cumpla su cometido. Si se define respecto al tiempo se puede afirmar mantenimiento se materializa en la rutina recurrente necesaria para mantener una la maquinaria en condición adecuada para que su uso sea eficiente. (Renovetec, 2015, pag 4)

#### **MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Se denomina mantenimiento correctivo a aquel que corrige un defecto observado en un equipamiento o en una instalación luego de que ocurra una falla o avería que, por su naturaleza no pueda planificarse en el tiempo; este mantenimiento presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, pues implica el cambio de algunas piezas si así fuera la necesidad. (Renovetec, 2015, pag 32)

#### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Este tipo de mantenimiento se planteó después de la Primera Guerra Mundial, y se definió como aquel mantenimiento que no sólo tenía que corregir las averías, sino que debería adelantarse a ellas para así garantizar el funcionamiento correcto de las máquinas. Esto con el objeto de evitar el retraso producido por las averías y sus costosas consecuencias para un proceso. (Renovetec, 2015, pag 33)

## **MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Este mantenimiento está basado en la determinación de la condición técnica del equipo en Operación, dicho concepto se basa en la idea de que la máquina dé un aviso previo a la falla, de esa manera el mantenimiento predictivo busca percibir los síntomas, para posteriormente tomar acciones y decisiones de reparación o cambio antes de que ocurra la falla; este mantenimiento se traduce en la revisión periódica de ciertos aspectos o componentes de un equipo, sobre todo los más críticos, los que influyen de manera más notable en el desempeño fiable del sistema y la integridad de la infraestructura. (Renovetec, 2015, pag 33)

## **MANTENIMIENTO PROACTIVO**

También se le conoce como Mantenimiento Basado En La Confiabilidad, consiste en un proceso de gestión de riesgos que busca la mejora continua de las estrategias del mantenimiento y el rendimiento de una máquina. El objetivo del mantenimiento proactivo es eliminar los fallos repetitivos o posibles problemas frecuentes. (Renovetec, 2015, pag 38)

## **SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN**

En algunas industrias relevantes tales como la aeroespacial, instalaciones militares o grandes complejos industriales, existe un software cuya función es configurar un conjunto de materiales, hacer listado de las partes correspondientes a la ingeniería y a la manufactura así como llevar a cabo la actualización de las “entregadas” y las “mantenidas” así como las utilizadas, también cumple la función de planificar los proyectos logísticos detectando los elementos críticos dentro de una lista de los elementos que deben ser llevados a cabo, tales como la inspección, localización de piezas, diagnóstico y servicio. (Renovetec, 2015, pag 323)

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Aquel grupo de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar y registrar variables en un proceso, con el objetivo de optimizar los recursos que intervienen en el. La instrumentación Industrial es el conocimiento de la correcta aplicación de los equipos cuya función es apoyar al usuario operador en la misión regulación, observación, transformación y seguridad de una variable dentro de un proceso productivo. Un sistema de instrumentación es una estructura compleja que agrupa un conjunto de instrumentos, ya sean dispositivos o sean sistemas en los que se mide; entre esos elementos existen conexiones. También se encuentran con frecuencia, ciertos programas que automatizan el proceso y garantizan la repetibilidad de las medidas, de esta manera puede definirse a un instrumento como un dispositivo que transforma una variable física de interés, en una forma apropiada para ser registrada visualizada o detectada. Por otra parte, una medición es el acto de asignar un valor específico a una variable física un sistema de medición. Es una herramienta utilizada para cuantificar la variable medida. (Creus, 2015, pag 12)

### CAUDAL

Se define el caudal, como la cantidad de fluido que circula a través de una sección de tubería, cañería, oleoducto o cualquier otra sección de ducto, respecto a la unidad de tiempo. Normalmente, se identifica con el flujo volumétrico, es decir, el volumen que pasa en un área dada por unidad tiempo. Sin embargo, también existe flujo másico, que es la cantidad de masa que pasa por un área, en una cantidad de tiempo.

La medición práctica del caudal de un líquido en los proyectos hidráulicos, tiene una importancia muy grande, debido a que estas mediciones van a afectar considerablemente el buen funcionamiento del sistema hidráulico en su conjunto total, en muchos otros casos también es fundamental para garantizar la seguridad de la estructura. (Creus, 2015, pag 105)

## PRESIÓN

Es una magnitud física que relaciona la cantidad de fuerza en una dirección perpendicular por una unidad de superficie. Cabe señalar que en hidráulica se diferencian dos tipos de presiones, la presión hidrostática y la presión hidrodinámica. Esta última presión, es aquella que se realiza en un fluido en movimiento, por otra parte, la presión de un gas se explica como el resultado macroscópico de las fuerzas implicadas debido a las colisiones moleculares del gas, con las paredes del contenedor. (Creus, 2015, pag 91)

**MANOMETROS:** Un manómetro es un instrumento de medición para presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Los manómetros se dividen en dos tipos, según su uso o aplicación, ya sea que midan presiones en líquidos o presiones en gases. (Creus, 2015, pag 96)

**MANOMETRO PATRON:** En situaciones donde la medida de la presión tiene una relevancia considerable, se suele utilizar un manómetro patrón. Suelen ser manómetros con sensor de galgas extensiométricas debido a que ese tipo de sensor presenta una buena estabilidad en el tiempo y así como una repetitividad de medida que aumenta su confiabilidad. (Creus A. , 2015, pag 97)

**MANOMETRO EN U:** El manómetro de tubo en U está formado por un tubo de vidrio normalmente, que se llena parcialmente con un líquido de densidad conocida, casi siempre mercurio, uno de sus extremos se conecta a la zona donde quieren medirse la presión y el otro se deja libre a la atmósfera u otro punto de presión, la diferencia de alturas entre los niveles de ambos lados del tubo en U es la que determina la medida de la presión. (Creus A. , 2015, pag 97)

**MANOMETRO DE FUELLE:** Los manómetros de fuelle están conformados por un elemento elástico con forma de fuelle, es un componentes expandible y contraíble, su funcionamiento es muy sencillo de explicar ya que cuando hay medición de presión el fuelle se estira o se contrae, convirtiendo la presión en movimiento del agua indicadora para poder leer el valor, que está pasando un sistema en ese momento. (Fuelle, s.f.)



**MANOMETRO TUBO BOURDON:** El manómetro más común es el manómetro de tubo de Bourdon, el cual consiste en un tubo metálico aplanado hermético, cerrado por un extremo y enrollado en forma de espiral, cuando la presión que se está midiendo aumenta, entonces el tubo tiende a desarrollarse, cuando la presión que se está viviendo disminuye, el tubo tiende a curvarse más, dicho movimiento será transmitido mediante una conexión de tipo mecánica a un sistema de piñones conectados. Finalmente se encuentra una aguja que va delante de una plantilla que lleva las indicaciones del valor relativo a la posición de la aguja.

BOURDON TRENZADO  
BOURDON EN C  
BOURDON HELICOIDAL  
BOURDON ESPIRAL

(Creus A. , 2015, pag 98)

**TRANSDUCTOR CAPACITIVO:** Se definen como dispositivos de pequeño tamaño, pero con construcción robusta. El transductor por sí solo no es capaz de emitir una señal fuerte por eso es necesario implementar amplificadores para su funcionamiento. (Creus A. , 2015, pag 71)

**TRANSMISORES:** Es un dispositivo que su principal función es detectar un valor de una variable. Transmisores se clasifican en tres:

**TRANSMISOR NEUMÁTICO:** Un transmisor neumático es un dispositivo de funcionamiento mecánico su funcionamiento consiste en desplazamientos mecánicos en variaciones que es correspondiente a la presión que sale como una señal neumática.

**TRANSMISOR ELECTRONICO:** Este tipo de transmisor es construido por elementos electrónicos, son más precisos y de respuesta inmediata.

**TRANSMISOR DIGITAL:** Un transmisor digital está formado por microprocesadores, gracias a estos el transmisor emite una señal en forma de bits.

**PRESOSTATO:** Un presostato, también conocido como interruptor de presión, es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido. Funciona debido que el flujo ejerce una presión sobre el pistón interno produciendo un movimiento hasta que en su interior se unen dos contactos. (Creus, 2015, pag 76)

**FLUIDO:** Es el movimiento de caudal que puede ser abierto o cerrado, tiene la adaptación de fluir, tanto líquidos como gaseosos. Hay tres tipos de flujo:

Flujo Volumétrico: Es el volumen de un fluido que transita por un punto en la tubería por unidad de tiempo.

Flujo Másico: Peso de un volumen de un fluido que corre por unidad de tiempo.

Flujo totalizado: Es el flujo acumulado.

(Creus A. , 2015,pag 92)

## **MEDIDORES DE PRESION DIFERENCIAL:**

**PLACA DE ORIFICIO:** Es una placa con un orificio que pueden ser de tres tipos (concéntrica, excéntrica o sementada), es un dispositivo de mucho uso en la industria. Una de sus principales ventajas es que tiene un bajo costo y no es necesario de re-calibraciones. (Creus A. , 2015, pag 145)

**TUBO VENTURI:** El efecto Venturi (también conocido tubo de Venturi), principalmente está diseñado para medir velocidad de fluidos. Consta que un fluido que se mueve por un tubo cerrado al disminuir la presión se aumenta la velocidad siempre y cuando el fluido de trabajo haya pasado por una zona de área menor, por su dimensión permite ser empleado en líquidos con partículas en suspensión, una desventaja de este elemento es su elevado precio comercial. (Creus A. , 2015, pag 146)

**TUBO PITOT:** Es uno de las formas más antiguas utilizadas para medir caudal, se emplea para medir la velocidad del fluido de trabajo a través de la evaluación de presión que se encuentra estancada, este dispositivo se puede utilizar con el fin de medir una presión total o de oclusión al mismo tiempo que se mide la

estática. El tubo pitot no es muy utilizado ya que su principal desventaja tiene que trabajar con fluidos muy limpios principalmente con (gases y vapores). (Creus, 2015, pag 128)

**ROTÁMETRO:** Estos dispositivos se usan con (gases y líquidos), debido a su fácil uso es ideal en aplicaciones de la industria y de laboratorios donde solo se indica mediciones locales. (Prodinfo, s.f., pag 3)

**MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO:** Son los que miden la cantidad de un fluido que transita por una tubería, primero divide el fluido en volúmenes separados, después cada fragmento es contabilizado para poder medir el caudal. Los tipos de medidores de desplazamiento positivo son los siguientes:

Pistón Alternativo

Pistón Oscilante

Medidores de Lóbulos y Helicoidal

Turbinas;

(Omega, s.f.)

### **ELEMENTOS DE TEMPERATURA:**

**TEMPERATURA:** Es una propiedad intrínseca de la materia que permite expresar en las escalas de temperaturas, las posibilidades que tiene la materia de donar energía térmica. También se puede expresar como una manifestación de promedio de energía cinética de las moléculas de unas sustancias. Se mide esta variable por dos propósitos, Condiciones Operativas y Seguridad. (Creus A. , 2015, pag 223)

**TERMOCUPLAS:** Son dispositivos que constan de dos hilos de diferente material, unidos en sus extremos; Una es caliente la de medición y la otra es de referencia. Su principio de funcionamiento es eléctrico. Se puede decir que el 90% de las termocuplas utilizadas en la industria son del tipo J que puede ser utilizado en lugares de atmosfera de vacío o del tipo K. Su principio de funcionamiento se basa en tres principios físicos.

**EFEECTO SEEBECK**

**EFEECTO PELTIER**

## EFECTO THOMSON

(Creus, 2015, pag 237)

**TERMORESISTENCIAS:** Trabajan según el principio de que una resistencia eléctrica de un metal cambia con la temperatura, el material puede ser de níquel o de cobre. Al igual que las termocupla su principio de funcionamiento es eléctrico. Las termoresistencias tienen una alta precisión y buena estabilidad, no requieren hilos de extensión especiales. Hay tres tipos de configuración de las termocuplas. Hay tres tipos de configuración de las termoresistencias:

TERMORESISTENCIA CONFIGUACION CON DOS HILOS.

TERMORESISTENCIA CONFIGURACION CON TRES HILOS.

TERMORESISTENCIA CONFIGURACION CON CUATRO HILOS.

(Creus, 2015, pag 268)

**MEDICION DE NIVEL:** En la industria es muy importante la medición de esta variable, para poder controlar el buen funcionamiento de un proceso y también del balance adecuado de materias primas. Se Ejecuta de forma indirecta en base de:

(Creus, 2015, pag 193)

**VÁLVULAS DE CONTROL:** Son dispositivos que su principal función es regular el caudal de un flujo que se comanda por medio de señales neumáticas o eléctricas.

**VÁLVULA DE GLOBO:** Este tipo de válvula es muy utilizado en la industria cuando la presión diferencial del procedimiento es baja. Este tipo de válvulas posee un tapón obturador en forma de cono que su principal objetivo es abrir, cerrar para regular el caudal del flujo de trabajo ya sea (liquido o gaseoso).

**VÁLVULA EN ANGULO:** Esta válvula es adecuada para presiones diferenciales altas, Con frecuencia se emplea cuando se quiere conseguir un fluido con pocas turbulencias.

**VÁLVULAS DE TRES VIAS:** Principalmente se usan en la industria, cuando se desea mezclar o dividir dos o más fluidos.

**VÁLVULA DE JAULA:** Son usadas en los procesos de la industria cuando hay alta presión diferencial, o cuando el proceso está sometido a vibraciones o desgaste.

**VÁLVULA EN Y:** Es usada en los procesos como una válvula de cierre ya que posee una baja pérdida de carga y además tiene una gran capacidad de caudal.

**VÁLVULA DE CUERPO PARTIDO:** En la industria se emplea cuando el fluido de trabajo es viscoso, ella facilita un fluido de trabajo suave y sin espacios muertos.

**VÁLVULA SAUNDERS:** Esta válvula se utiliza cuando el fluido de trabajo es muy agresivo y viene con sólidos en suspensión.

**VÁLVULA DE BOLA:** Este tipo de válvula es de  $\frac{1}{4}$  de vuelta. Se emplea para servicio de conducción y corte, pero sin estrangulación. Es de apertura rápida, pero trabaja en temperaturas moderadas.

**VÁLVULA MARIPOZA:** Este tipo de válvula se emplea en procesos industriales, para poder controlar inmensos fluidos de trabajo, pero con una baja presión.

(Creus, 2015, pag 365)

### 3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

#### 3.1 ETAPA DE ACOMPAÑAMIENTO ACADÉMICO:

Se lleva a cabo el acompañamiento a los estudiantes durante las actividades académicas correspondientes a la asignatura de Instrumentación Industrial. Se les brinda orientación durante las clases, las prácticas de laboratorio y demás actividades realizadas en clase.

Se realizan actividades como puesta en marcha de los bancos de los laboratorios, desarmado y calibración de válvulas, calibración de manómetros, calibración de presostatos, configuración de los puntos de ajuste de termostatos, medición de temperatura mediante termocuplas y termoresistorres, regulación de velocidad de bombas mediante variadores de frecuencia, medición de flujo mediante rotámetros, medición de flujo mediante transmisores de presión diferencial, medición de nivel mediante transmisores ultrasónicos, medición de nivel mediante transmisores de presión diferencial.

**Imagen I** *Estudiante ajustando error de cero de un manómetro, haciendo uso del banco de manómetros patrones del laboratorio de Instrumentación.*



*Fuente: Autor*



**Imagen II** *Estudiantes del programa de electromecánica realizando el ensamblado de una válvula de control, posterior a la orientación brindada por el practicante.*



*Fuente: autor*

En todas estas actividades los estudiantes son guiados e instruidos continuamente, adicional a eso se les brinda asesoría académica, se dictan las respectivas tutorías en las jornadas mañana, tarde y noche; en las modalidades presencial y virtual (videoconferencia o chatt) durante toda la semana.

Otra faceta que se trabaja como estrategia de acompañamiento a los estudiantes, es el acompañamiento durante el desarrollo de sus trabajos de grado. Muchos estudiantes presentan inquietudes durante su trabajo de grado, estas inquietudes son a veces teóricas, en otras ocasiones son técnicas, en cualquier caso, se les brinda asesoría y acompañamiento directo a los estudiantes para que sus proyectos, ya sean monografías o desarrollo tecnológico, lleguen a feliz término. De manera que se lleva a cabo un proceso de preparación previa, antes de cada asesoría, el estudiante practicante se prepara, consulta información en libros, consulta con su director de proyecto, consulta con personal capacitado de la institución y se apropia de los temas para posteriormente asesorar a los

compañeros que están requiriendo acompañamiento durante sus proyectos de grado.

A lo largo del semestre se le presta asesoría a los estudiantes que realizaron monografías, este acompañamiento llega a implicar en ocasiones la necesidad de dictar capacitaciones en la que se les dan las bases teóricas, conceptuales y técnicas necesarias para que el estudiante que redacta su monografía pueda avanzar como es debido.

**Imagen III** *Estudiante del programa de Electromecánica siendo orientada e instruida de manera teórica, conceptual, técnica y aplicada, para la realización de su monografía sobre las prácticas del laboratorio de Instrumentación Industrial.*



*Fuente: Autor*



De igual manera, se le brinda asesoría y acompañamiento con el mismo empeño a los estudiantes que realizan desarrollos tecnológicos como trabajo de grado. En muchos casos los estudiantes requieren de una explicación previa a la ejecución de los proyectos, dicha explicación va desde las normas de seguridad, recomendaciones basadas en la experiencia, asuntos técnicos hasta los conceptos teóricos pertinentes a los montajes que se van realizar.

Los desarrollos tecnológicos a los que se ha brindado asesoría abarcan temas como energías renovables (turbinas eólicas, colectores solares, paneles solares), así como intercambiadores de calor, análisis de fluidos y sistemas de control.

*Imagen IV Estudiantes realizando montaje de los circuitos de control de la señal de salida de una turbina eólica.*



*Fuente: Autor*

*Imagen V Estudiante realizando el montaje de un pirómetro.*



*Fuente: Autor*

*Imagen VI Estudiantes trabajando el cuadro de control de una turbina eólica.*



*Fuente: Autor*

### 3.2 ETAPA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO A LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Como parte de la labor, se realizan mantenimientos correctivos al comienzo del semestre. Estas intervenciones se realizan en pro del bienestar de los estudiantes de la institución. Estas actividades de mantenimiento y restauración son de vital importancia, ya que los equipos de laboratorio son las herramientas finales para la construcción de conocimiento en una carrera como Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico, dichas intervenciones se ejecutan las primeras tres semanas de la práctica.

El primer equipo intervenido fue el quemador de caldera, cuyas condiciones iniciales eran pésimas, cabe destacar que el equipo se rescató de una caldera abandonada, se trajo al laboratorio y se restauró completamente. Se espera que el otro semestre el quemador de caldera se utilice en las clases de instrumentación para que los estudiantes lo puedan visualizar en persona y conozcan sus partes, así como su principio de funcionamiento.

**Imagen VII** *Quemador de la caldera durante las intervención.*



*Fuente: Autor*

Durante la segunda semana de práctica se recupera de una bodega, una bomba centrífuga tipo caracol que anteriormente estaba abandonada, se procede a la realización de un mantenimiento, después del cual la bomba centrífuga queda en excelentes condiciones.



**Imagen VIII** *Bomba centrífuga tipo caracol ya en buenas condiciones.*



*Fuente: Autor*

En las mismas circunstancias que la bomba tipo caracol se rescata una bomba centrífuga monofásica, la cual por sus condiciones en que fue recuperada tuvo que se desarmada totalmente, reparada, sometida a limpieza y rearmada.

**Imagen IX** *Bomba centrífuga durante la intervención (revisión rodete)*



*Fuente: Autor*

**Imagen X** *Bomba centrífuga durante revisión de rodamientos y bobinado.*



*Fuente: Autor*

**Imagen XI** *Resultado final de la intervención a la bomba centrífuga.*



*Fuente: Autor*

Ambas bombas quedan en un estado excelente, quedan a disposición del laboratorio si se desean acoplar a algún módulo en el futuro, también queda abierta la posibilidad que se dejen como remplazo de un eventual daño de alguna de las bombas monofásicas de la misma capacidad que hay en el laboratorio.

Se realiza una intervención a un transmisor de presión diferencial, marca Siemens, modelo D-76181 Karlsruhe, el cual sufrió una falla en su tarjeta electrónica, después de un examen realizado por los practicantes, se determina que la solución es soldar un pin de conexión en el terminal positivo de la señal de entrada o alimentación.

Dos semanas después de la intervención el transmisor de presión diferencial fue montado en un vástago junto al transmisor de presión diferencial neumático, al momento de la redacción de este documento el transmisor se encuentra siendo utilizado en las clases de instrumentación.

**Imagen XII** *Transmisor de presión diferencial en mención.*



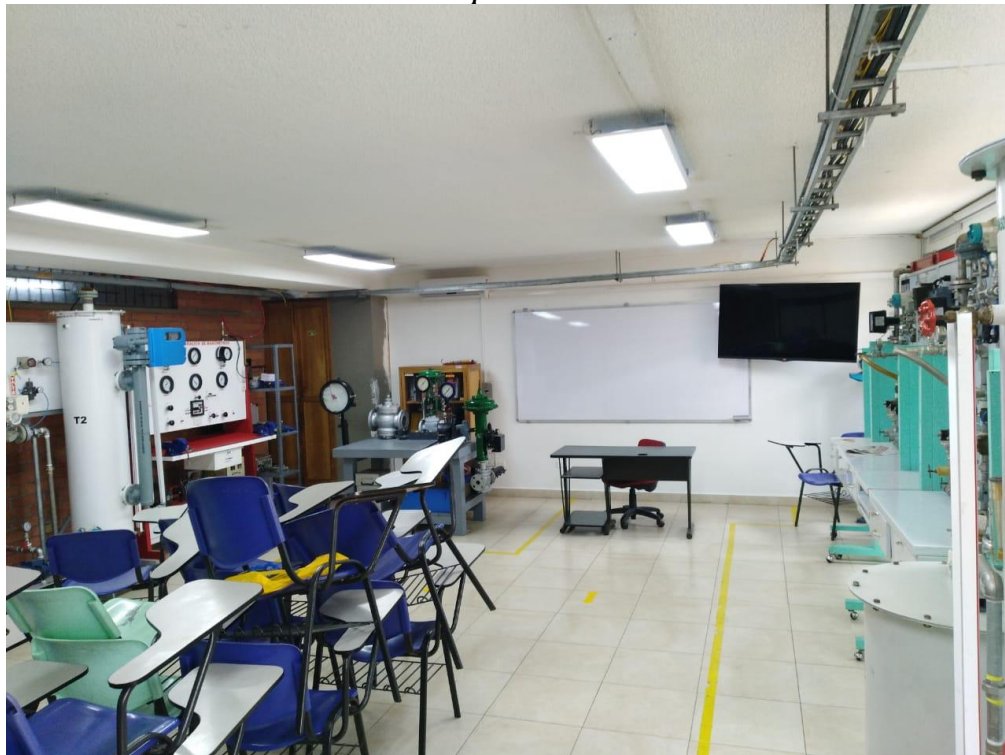
*Fuente: Autor*

*Actividades de embellecimiento del laboratorio:*

Se realiza una jornada de embellecimiento al Laboratorio De Instrumentación Industrial, esta jornada consistió en resanar y pintar las paredes, así como una jornada exhaustiva de aseo y reordenamiento general de los elementos de biblioteca y oficina.

A este menester se dedicó un día completo para la pintura más dos días de aseo y ordenamiento. El laboratorio se ha conservado en condiciones impecables durante todo el semestre académico, lo cual ha significado una mejora notable en la estética de la instalación, así como en el bienestar en general de los estudiantes al contar con un ambiente de aprendizaje agradable.

**Imagen XIII** *Laboratorio de Instrumentación Industrial durante la jornada de pintura.*



*Fuente: Autor*



Se realizó un mantenimiento correctivo a la caja de Breakers del laboratorio, se comenzó a observar una intermitencia en la pantalla del módulo de visualización y control local/remoto de caudal, esta situación se les atribuyó a variaciones de voltaje producto de un punto caliente. Se rastreó el cableado, siguiendo el esquema del diagrama eléctrico del laboratorio y se encontró que una de las fases estaba mal conectada, haciendo falso contacto lo cual genera los picos de voltaje, seguidamente a la identificación del problema se procede a su corrección.

### 3.3 ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Se redacta un manual de mantenimiento preventivo, en el cual se plasman todas las instrucciones necesarias para la realización de los mantenimientos. El objetivo del manual es servir de guía para los próximos auxiliares quienes tienen la responsabilidad de aplicar el mantenimiento preventivo en el laboratorio el siguiente semestre. El manual se basó en la información de los manuales de los fabricantes de los equipos presentes en el Laboratorio de Instrumentación Industrial.

El manual se encuentra en la sección ANEXOS.

## 4. RESULTADOS

- Se impartieron 35 tutorías con una estimación de 45 minutos por tutoría.

### Imagen XIV Planilla tutorías

NOMBRE DOCENTE TUTOR		CÓDIGO	ASIGNATURA	SEM	FACULTA/CSEE	CNEI
SEGUIMIENTO ATENCIÓN A ESTUDIANTES						
FECHA	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	PROGRAMA	TEMA	FIRMA	TOTAL DÍA
14-07-19	Cristhian Arias	1095211416	Electromecánica	Presión	[Firma]	
14-07-19	Ivan Darío Acevedo M	1095834002	Electromecánica	Presión	[Firma]	
14-07-19	Camilo A Ramirez	1095144829	Electromecánica	Presión	Camilo R	
14-07-19	Sebastian Luis Angulo	1095810631	Electromecánica	Presión	[Firma]	
14-07-19	Jean Pablo Quintero Aulo	1098372047	Electromecánica	Presión	[Firma]	
14-07-19	Luis Enrique Blanco Casas	3011747014	Electromecánica	Presión	[Firma]	
14-07-19	Yerson Fabian Benard	1.098.624.833	Tex. Electromecánica	Presión	Yerson Benard	
OBSERVACIONES						
FIRMA DOCENTE TUTOR: <i>Equin B. Mantilla</i>						

Fuente: autor

### Imagen XV: Planilla tutorías 01

NOMBRE DOCENTE TUTOR		CÓDIGO	ASIGNATURA	SEM	FACULTA/CSEE	CNEI
SEGUIMIENTO ATENCIÓN A ESTUDIANTES						
FECHA	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	PROGRAMA	TEMA	FIRMA	TOTAL DÍA
03-07-19	Yerson Meles Jaimez Arillas	1098623267	T. electromecánica	Presión	[Firma]	
03-07-19	José Valencia	1095840849	T. electromecánica	Presión	[Firma]	
03-07-19	Jhon Anderson Parra B	1098695981	T. electromecánica	Presión	Anderson Parra	
02-07-19	Jose Alberto Durke	1098698187	T. electromecánica	Presión	[Firma]	
04-07-19	Jhon Sebastian Ramirez	1093718715	T. electromecánica	Presión	Sebastian Ramirez	
03-07-19	Jafferson José León	1102385461	T. electromecánica	Presión	[Firma]	
03-07-19	Andrián David Salin	1018768325	T. electromecánica	Presión	[Firma]	
03-07-19	Johan Freddy Porras Virgus	1100922019	T. electromecánica	Presión	[Firma]	
03-07-19	Yerson Nairo D102	1102376227	T. electromecánica	Presión	[Firma]	
03-07-19	Sergio A Velasco	1018710492	T. electromecánica	Presión	[Firma]	
OBSERVACIONES						
FIRMA DOCENTE TUTOR: <i>Equin B. Mantilla</i> Marcial Segura Cajoño 1098604603						

Fuente: autor

**Imagen XVI: Planilla de tutorías 02**

DOCENCIA UNIDAD DE APOYO ACADÉMICO Y ASISTENCIA AL ESTUDIANTE CONTROL DE ASISTENCIA TUTORÍA EN CUBÍCULO							VERSIÓN: 06
R-DC-37							
NOMBRE DOCENTE TUTOR	CÓDIGO	ASIGNATURA	SEM	FACULTA/CSEE	CNEI		
SEGUIMIENTO ATENCIÓN A ESTUDIANTES							
FECHA	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	PROGRAMA	TEMA	FIRMA	TOTAL DÍA	
10/09/19	Cristian B. Cáceres B.	1098019814	T. Electromecánica	Caudal	Cristian Cáceres		
15/10/19	Ayque Bruno Jiménez	1102377678	T. Electromecánica	Caudal	Ayque B. Jiménez		
15/10/19	Luis Roberto Suárez P.	1098818351	T. Electromecánica	Caudal	Luis Roberto Suárez		
19/11/19	Daniel Rojas Giraldo	1102714617	T. Electromecánica	Nivel	Daniel Rojas		
19/11/19	Seán Fernández Torres	1098133198	T. Electromecánica	Nivel	Seán Torres		
19/11/19	Geovanny Polo Cocciolo	1098746529	T. Electromecánica	Nivel	Geovanny Polo		
19/11/19	Yerson Fabian Beiral	1098821832	T. Electromecánica	Nivel	Yerson Beiral		
OBSERVACIONES							
FIRMA DOCENTE TUTOR: Kevin B. Mantilla							

Fuente: autor

**Imagen XVII: Planilla tutorías 03**

DOCENCIA UNIDAD DE APOYO ACADÉMICO Y ASISTENCIA AL ESTUDIANTE CONTROL DE ASISTENCIA TUTORÍA EN CUBÍCULO							VERSIÓN: 06
R-DC-37							
NOMBRE DOCENTE TUTOR	CÓDIGO	ASIGNATURA	SEM	FACULTA/CSEE	CNEI		
SEGUIMIENTO ATENCIÓN A ESTUDIANTES							
FECHA	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	PROGRAMA	TEMA	FIRMA	TOTAL DÍA	
25/11/19	Carlos Alberto Rojas	1098018251	T.O.M. Electromecánica	Nivel	Carlos A. Rojas		
25/11/19	Yerson Beiral	1098821832	T.O.M. Electromecánica	Nivel	Yerson Beiral		
OBSERVACIONES							
FIRMA DOCENTE TUTOR: Kevin B. Mantilla							

Fuente: autor

**Imagen XVIII: Planilla tutorías 04**

NOMBRE DOCENTE TUTOR		CÓDIGO	ASIGNATURA	SEM	FACULTA/CSEE	CNEI
SEGUIMIENTO ATENCIÓN A ESTUDIANTES						
FECHA	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	PROGRAMA	TEMA	FIRMA	TOTAL DÍA
11/03/19	Ferny Nara León	1096821878	Tec. Electromecánica	Presión	<i>Ferny Nara</i>	
12/09/19	Josely González	109685172	Tec. Electromecánica	Presión	<i>Josely</i>	
12/09/19	David Fernando Piza Heredia	1100893985	Tec. electromecánica	Presión	<i>David Piza</i>	
12/09/19	Nelson Yair Hernández	104889262	Tec. electromecánica	Presión	<i>Nelson Hernández</i>	
12/10/19	Juan Samuel Cortes Serna	1098790332	Tec. electromecánica	Presión	<i>Juan</i>	
12/02/19	César Augusto Póster Soto	1045893033	Tec. Electromecánica	Presión	<i>César</i>	
12/02/19	José Torresón Páez	1078689632	Tec. Electromecánica	Presión	<i>José</i>	
12/09/19	Elkin R. Boticario	1098701476	Tecno Electromecánica	Presión	<i>Elkin</i>	
5/10/19	Yerson Bernal	1098891878	Tec. Electromecánica	Caudal	<i>Yerson Bernal</i>	
OBSERVACIONES						
FIRMA DOCENTE TUTOR: <i>Kevin Mantilla</i>						

Fuente: autor

- La asesoría prestada a los estudiantes de los proyectos de grado permite que se logre instalar dos turbinas de eje vertical y un pirómetro.
- Se entrega el laboratorio con excelente apariencia, estética y presentación, con todos sus equipos en perfecto estado de funcionamiento. (Ver sección “desarrollo del trabajo de grado”).
- Manual De Mantenimiento Preventivo Del Laboratorio De Instrumentación Industrial. (Ver anexo).

## 5. CONCLUSIONES

- Las asesorías académicas tienen un impacto diverso, en algunos estudiantes genera un beneficio en sus calificaciones, mientras que en otros no. Esto se debe principalmente a que los estudiantes acuden en su mayoría a las tutorías, horas antes del examen parcial, mientras que otros aprovechan el acompañamiento académico desde comienzo de semestre. Existe una relación directa entre la forma de dar uso a las tutorías por parte de los estudiantes y sus respectivas calificaciones.
- En el caso del acompañamiento a los estudiantes que realizan proyectos de grado, se puede afirmar que se tiene éxito solo si hay interés de parte de los proponentes de los proyectos, en la mayoría de los proyectos asesorados se logró llevar hasta la etapa de instalación de la máquina, se tuvo especial éxito con los estudiantes que hicieron desarrollo tecnológico, en el caso de las monografías se observó un avance lento y poco eficiente.
- La implementación del mantenimiento preventivo logra que se presenten pocos incidentes de fallas durante el periodo académico, también permite la identificación de las principales causas de fallas que acontecen en el laboratorio.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la elaboración de dos formatos, uno para el mantenimiento correctivo y otro para el mantenimiento preventivo. En el caso del formato para el mantenimiento correctivo deberá tener un espacio para la identificación de las causas que llevaron a la falla y la solución que se le dio. En el caso del mantenimiento preventivo deberá tener un espacio para las posibles fallas a futuro que se detecten, por ejemplo, desgaste de un elemento u obstrucción por sedimentación. En todos los mantenimientos se deberá anexar una sección de recomendaciones para una próxima intervención.
  
- Se recomienda que se publique en cartelera los horarios de tutorías con un letrero visible y llamativo.
  
- Se recomienda llevar un control de inventario físico, cuyo formato queda en biblioteca interna del laboratorio.



## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bauer. (s.f.). *Camille*. Obtenido de [https://www.camillebauer.com/src/download/Catalogue\\_ES.pdf](https://www.camillebauer.com/src/download/Catalogue_ES.pdf)
- Creus, A. (2015). Instrumentación Industrial.
- Fuelle, M. d. (s.f.). *prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/5nmuc5dj5sia/manometro-de-fuelle/>
- Manómetro Patrón, F. (s.f.). *Femto*. Obtenido de <https://www.femto.es/manometro-patron>
- Omega. (s.f.). Obtenido de <https://es.omega.com/technical-learning/medidor-de-flujo-de-desplazamiento-positivo.html>
- orificio, P. d. (s.f.). *website*. Obtenido de <https://como-funciona.co/una-placa-de-orificio/>
- Prodinfor. (s.f.). Obtenido de <https://es.omega.com/prodinfor/rotametros.html>
- Renovetec. (2015). Ingeniería del mantenimiento . En *Ingeniería del mantenimiento* (pág. 4).
- U, M. e. (s.f.). *prezi*. Obtenido de [https://prezi.com/lt3\\_z-xa0qy8/manometro-de-tubo-en-u/](https://prezi.com/lt3_z-xa0qy8/manometro-de-tubo-en-u/)
- Valvulas. (s.f.). Obtenido de <http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>
- TEL-A-TRAIN. (1995). MANTENIMIENTO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS. *MANTENIMIENTO MECÁNICO TEL-A-TRAIN*, 32.

## 8. ANEXOS

Se anexa a continuación el Manual De Mantenimiento Predictivo Del Laboratorio De Instrumentación Industrial De Las Unidades Tecnológicas De Santander.

# ***UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER***

## ***MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL***

KEVIN B. MANTILLA

*Programa de Tecnología en operación y  
mantenimiento electromecánico.*

*PRÁCTICA PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO E IMPLEMENTACIÓN DEL  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE  
INSTRUMENTACION INDUSTRIAL DE LAS UNIDADES TECNOLÓGICAS DE  
SANTANDER*

**2019**



## CONTENIDO

• PREFACIO.....	43
• MÓDULO DE CALIBRACIÓN DE MANÓMETROS.....	43
• MÓDULO: “CONTROL PROCESOS INDUSTRIALES” .....	46
• MÓDULO DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL LOCAL/REMOTO DE CAUDAL.....	47
• MÓDULO CONTROL PROCESOS.....	49
• MÓDULOS DE GAS INDUSTRIAL Y DOMÉSTICO.....	51
• MÓDULO DE TEMPERATURA.....	52
• AIRES ACONDICIONADOS.....	53
APÉNDICE:	
• TRANSMISORES DE PRESIÓN DIFERENCIAL.....	55
• MANTENIMIENTO DE LAS BOMBAS.....	64

### **PREFACIO:**

El presente manual contiene información práctica sobre el mantenimiento preventivo del laboratorio de Instrumentación Industrial de las Unidades Tecnológicas de Santander, va dirigido a los auxiliares del laboratorio y tiene como objetivo, servir de guía para que el lector pueda realizar un mantenimiento preventivo a cada uno de los módulos del laboratorio. La información ha sido basada en los manuales de los fabricantes, así como de los conocimientos técnicos. Es pertinente insistir que la fuente más confiable siempre serán los manuales del fabricante, si se precisa información más concisa sobre algún asunto en particular, el autor recomienda que el auxiliar se ampare en los manuales de los fabricantes, que se han dispuesto en la biblioteca interna.

### **MÓDULO DE CALIBRACIÓN DE MANÓMETROS:**

**Imagen XIX** Módulo de calibración de manómetros.



*Fuente: Autor*

Revisar este módulo cada dos meses, no es común que presente fallas, sin embargo, sí que requiere ajustes, se recomienda al encargado que siga las instrucciones que se explican a continuación para que el módulo permanezca siempre en el mejor estado posible.

**Las actividades de mantenimiento pertinentes se deben realizar como sigue:**

1. La válvula de alimentación neumática que viene de la línea del compresor debe abrirse suavemente, para evitar cambios bruscos de presión que pudieran soltar el acople.
2. Verificar que no hayan fugas en la línea de presión. Revisar en la parte posterior del módulo que los reguladores de presión no presenten fugas, a este respecto es pertinente aclarar que los reguladores tienen un fogueo normal, es decir una “fuga de trabajo” por decirlo así, de manera que hay razón para alarmarse si siente un ligero escape del aire en los reguladores.
3. Revisar los manómetros patrón, una situación común es que se desajusten de cero, esa situación se corrige muy fácilmente al mover la perilla de ajuste de cero de los manómetros patrones.
4. Si alguna perilla de los reguladores está suelta, se debe ajustar dándole el apriete necesario.
5. Revisar la fuente dc, hacer pruebas de voltaje con una pinza o un multímetro viendo que los valores coincidan.
6. Darle una limpieza en general al módulo.

**Imagen XX** Reguladores, es normal que presenten un fogueo sin embargo si las caídas de presión son de más de 15 psi en 5 minutos debe revisar posibles fugas.



*Fuente: Autor*

## MÓDULO: “CONTROL PROCESOS INDUSTRIALES”

**Imagen XXI** Módulo de control de procesos industriales



*Fuente: Autor*

**NOTA:** Este módulo tiene elementos electrónicos y mecánicos, los elementos electrónicos no requieren de mantenimiento, pero si de una revisión periódica. El listado de los equipos, así como su caracterización se encuentran en los manuales del laboratorio almacenados en la biblioteca interna. Ahora, respecto al transmisor de nivel por ultrasonido, el registrador y el controlador se puede consultar más información para su configuración y ajuste en el manual del fabricante correspondiente, que se encuentran en la biblioteca interna del laboratorio.

### ACTIVIDADES IMPORTANTES DE MANTENIMIENTO:

- Una vez cada cuatro meses realizarles el mantenimiento preventivo a las bombas del módulo. Consultar el apéndice en la sección correspondiente a bombas, allí se encuentra un paso a paso de todo lo que se debe hacer para realizar el mantenimiento a las bombas centrífugas del laboratorio.

- Cada dos meses hacer un buen lavado a los tanques, lavar con jabón detergente y cepillo, cambiar el agua, revisar si hay residuos o cáscaras de pintura acumulados en las tuberías. En caso que detecte caídas de presión, desacoplar algunas partes de la tubería para revisar posibles obstrucciones.

## MÓDULO DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL LOCAL/REMOTO DE CAUDAL

**Imagen XXII** Módulo de visualización y control



*Fuente: Autor*

NOTA: Este módulo tiene elementos electrónicos y mecánicos, los elementos electrónicos no requieren de mantenimiento, pero si de una revisión periódica. El listado de los equipos, así como su caracterización se encuentran en los manuales del laboratorio almacenados en la biblioteca interna.

Ahora, respecto al convertidor de frecuencia, al PLC, al panel táctil se puede consultar más información para su configuración y ajuste en el manual del fabricante correspondiente, que se encuentran en la biblioteca interna del laboratorio.

Debido a que en el laboratorio se encuentran bastantes transmisores de presión diferencial, en el apéndice se anexó una sección dedicada a este instrumento, si se requiere ampliar la información se puede consultar de igual manera en el manual del fabricante disponible en la biblioteca interna del laboratorio.

Por la misma razón anteriormente expuesta, se anexó al apéndice de este manual una información sobre el mantenimiento de bombas centrífugas.

### **ACTIVIDADES IMPORTANTES DE MANTENIMIENTO:**

- Una vez cada cuatro meses realizarles el mantenimiento preventivo a las bombas del módulo. Consultar el apéndice en la sección correspondiente a bombas, allí se encuentra un paso a paso de todo lo que se debe hacer para realizar el mantenimiento a las bombas centrífugas del laboratorio.
- Cada dos meses hacer un buen lavado a los tanques, lavar con jabón detergente y cepillo, cambiar el agua, revisar si hay residuos o cáscaras de pintura acumulados en las tuberías. En caso que detecte caídas de presión, desacoplar algunas partes de la tubería para revisar posibles obstrucciones.



## MÓDULO CONTROL PROCESOS

### Imagen XXIII: Módulo de control



*Fuente: Autor*

**NOTA:** Este módulo tiene elementos electrónicos y mecánicos, los elementos electrónicos no requieren de mantenimiento, pero si de una revisión periódica. El listado de los equipos, así como su caracterización se encuentran en los manuales del laboratorio almacenados en la biblioteca interna.

Ahora, respecto al transmisor de nivel por ultrasonido, registrador programable y controlador se puede consultar más información para su configuración y ajuste en el manual del fabricante correspondiente, que se encuentran en la biblioteca interna del laboratorio.

Debido a que en el laboratorio se encuentran bastantes transmisores de presión diferencial, en el apéndice se anexó una sección dedicada a este instrumento, si se requiere ampliar la información se puede consultar de igual manera en el manual del fabricante disponible en la biblioteca interna del laboratorio.

Por la misma razón anteriormente expuesta, se anexó al apéndice de este manual una información sobre el mantenimiento de bombas centrífugas.

## **ACTIVIDADES IMPORTANTES DE MANTENIMIENTO:**

- Una vez cada cuatro meses realizarles el mantenimiento preventivo a las bombas del módulo. Consultar el apéndice en la sección correspondiente a bombas, allí se encuentra un paso a paso de todo lo que se debe hacer para realizar el mantenimiento a las bombas centrífugas del laboratorio.
- Cada dos meses hacer un buen lavado a los tanques, lavar con jabón detergente y cepillo, cambiar el agua, revisar si hay residuos o cáscaras de pintura acumulados en las tuberías. En caso que detecte caídas de presión, desacoplar algunas partes de la tubería para revisar posibles obstrucciones.
- Revisar periódicamente los transmisores de presión diferencial, verificar su correcto funcionamiento y configurar si se precisa.
- Este banco ha presentado en varias ocasiones problemas de obstrucción en la tubería, se recomienda estar pendiente de las presiones y el caudal, revisar físicamente las tuberías y destapar si existe obstrucción.

## MÓDULOS DE GAS INDUSTRIAL Y DOMÉSTICO:

### Imagen XXIV Módulo de gas industrial y doméstico



*Fuente: Autor*

Estos son dos módulos complementarios entre sí, simulan el proceso de una instalación de gas, sin embargo, el gas que se encuentra en los módulos es aire, así que no hay riesgos de toxicidad.

Las actividades de mantenimiento que se deben llevar a cabo son:

- Revisión de mangueras, posibles fugas.
- Revisión de reguladores de flujo para gas, posibles fugas, como son electroválvulas se debe revisar que funcionen correctamente, si no se accionan es muy posible que se trate de un problema de conexiones o mal contacto.
- Probar el cilindro actuador, verificar que funcione bien.
- Encender el PLC y correr el programa, verificar que se ejecuten las acciones programadas.

- Verificar los PDIT, si se necesita información para corregir algún ajuste se puede revisar le apéndice o el manual de fabricante disponible en la biblioteca interna del laboratorio.
- Comprobar si los caudalímetros neumáticos están operando según el ajuste.
- Realizar una limpieza general a los bancos.

## MÓDULO DE TEMPERATURA:

**Imagen XXV:** Módulo de control de temperatura



*Fuente: Autor*

Las actividades de mantenimiento que corresponden a este módulo son las siguientes:

- Verificar el funcionamiento de las resistencias R1 y R2.
- Probar controlador análogo.
- Probar controlador digital.
- Hacer limpieza a la cámara donde se encuentran las resistencias y al banco en general, debe hacerse con el banco desenergizado.

### **AIRES ACONDICIONADOS:**

El laboratorio de instrumentación industrial cuenta con dos equipos de aire acondicionado tipo mini Split, es decir que hay dos unidades manejadoras y dos unidades externas de condensación, el mantenimiento correspondiente a los aires acondicionados se explica a continuación y se debe realizar cada dos meses.

- Desenergizar el equipo.
- Destapar la unidad manejadora, retirar la tarjeta electrónica, retirar los filtros de aire, lavarlos con agua a presión y jabón, aplicar líquido desincrustante al serpentín. Dejar actuar y después enjuagar con agua a presión. Igualmente lavar partes plásticas y poliestirenos de aislamiento de la manejadora. Dejar secar bien y armar.
- Lavar la unidad externa con manguera, abrir y revisar el funcionamiento del condensador de arranque, así como del estado de las conexiones, revisar la flecha, los rodamientos, comprobar el buen estado de los elementos mecánicos, lavar el serpentín y el ventilador, posteriormente dejar secar y armar.

**Imagen XXVI:** Unidad interna de aire acondicionado.



*Fuente: Autor*

**Imagen XXVII:** Unidad externa de aire acondicionado



*Fuente: Autor*

### *ALGUNAS PRECISIONES A TENER EN CUENTA:*

Se debe tener particular cuidado si se encuentran manchas de aceite, esto podría indicar una fuga de refrigerante.

Si existen vibraciones en la unidad externa es muy posible que se deba a un desajuste del eje del compresor o del ventilador.

La mayoría de fallas se presentan en el compresor, es el elemento que más se debe revisar ya que es el principal protagonista en las fallas por subenfriamiento y sobrecalentamiento.

## **APÉNDICE:**

### **TRANSMISORES DE PRESIÓN DIFERENCIAL (Electrónico):**

El laboratorio de Instrumentación Industrial cuenta con nueve transmisores de presión diferencial (electrónico), siete de ellos son de la referencia **SIEMENS D-76181 Karlsruhe**, otro es de referencia **SIEMENS 7MF4432-1EA00-1HC6-Z**, el cual es una versión antigua del primero en mención, finalmente se encuentra un transmisor de marca ROSEMOUNT. Se tomará como referencia el **SIEMENS D-76181**, sin embargo, no hay diferencia sustancial en el tratamiento que se les administrará al ejecutar una orden de trabajo de mantenimiento preventivo.

### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL:**

- Inspección general: Revisar el equipo, descartar daños que se puedan detectar a simple vista tales como golpes, pantalla partida, tapa mal colocada, acoplamiento a la línea de proceso incorrecto. (Revise el apartado RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE)
- Desmonte e instalación del equipo: Se debe desmontar el transmisor y limpiar las cámaras de baja y alta, hacer un buen lavado a la tubería de acople ya que en ocasiones se pueden obstruir debido a la acumulación



de partículas residuales de pintura u óxido. De esa manera se anticipa a la falla que se presentaría eventualmente.

Cuando se haya terminado el lavado se procederá a instalarlo nuevamente, para eso vélgase del apartado **INSTALACIÓN DEL PDIT** de la sección **INFORMACIÓN DE APOYO**.

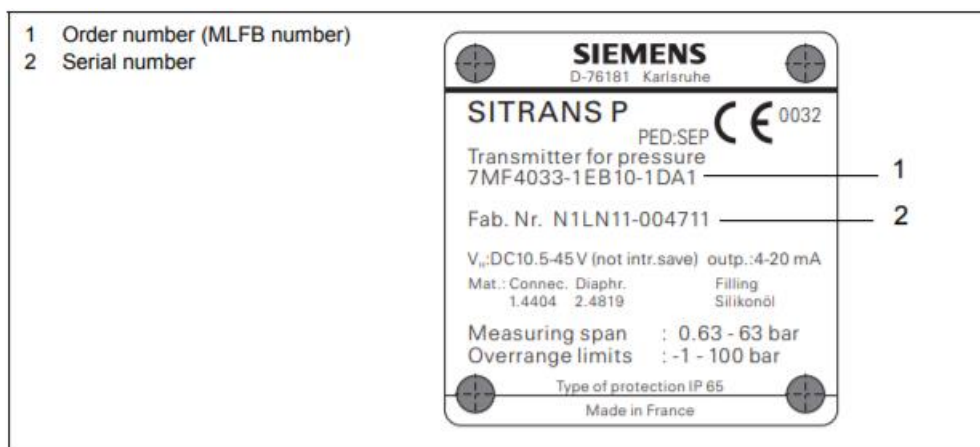
- **Configuración:** Se debe verificar el correcto funcionamiento del equipo, en caso de que arroje valores de lectura erróneos, se debe volver a configurar el equipo. Instrucciones de uso generales para configurar el equipo manualmente: Utilizar el dispositivo con las teclas [M], [↑] y [↓]. Para acceder a esas teclas se requiere quitar los tornillos y levantar la tapa. El dispositivo está normalmente en el modo de visualización del valor medido. Luego se puede seleccionar una opción con la tecla [M] y cambiar un valor con [↑] y [↓]. Se puede aceptar la opción seleccionada o valor modificado presionando la tecla [M] nuevamente.
- **Limpieza:** Realizar una limpieza general al equipo, normalmente se acumula polvo debajo de la tapa que cubre las teclas, esto no solo da mal aspecto, sino que podría ocasionar daños a largo plazo.

A continuación, se especifican algunos datos de interés.

### INFORMACIÓN DE APOYO:

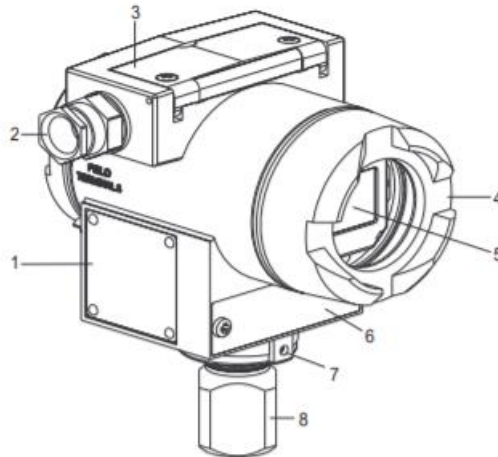
#### Datos de placa:

#### Imagen XXVIII Partes del transmisor SIEMENS D-76181



Fuente: SIEMENS

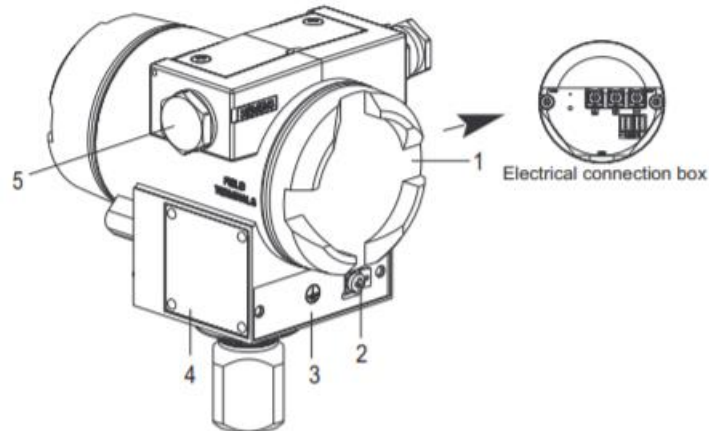
**Imagen XXIX:** Partes del transmisor, vista anterior



Fuente: SIEMENS

1. placa de características
2. entrada con prensaestopas atornillada
3. cubierta de acceso de plástico a las teclas de entrada
4. Tapa desenroscable, opcional con ventana
5. pantalla digital
6. placa de punto de medición
7. tornillo de bloqueo
8. Conexión de proceso

**Imagen XXX:** Partes del transmisor, Vista posterior



Fuente: SIEMENS

1. Desatornillable cubierta para acceder a conexión eléctrica caja
2. conductores PE conexión
3. placa de punto de medición alternativa
4. matrícula
5. tapón ciego

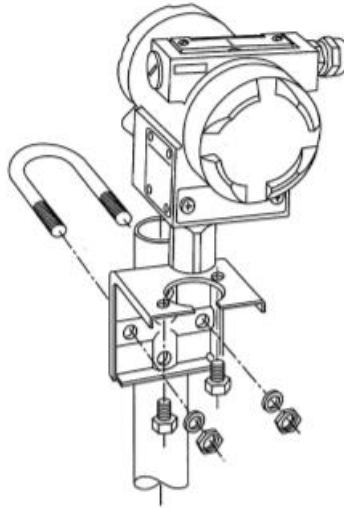
### **INSTALACIÓN DEL PDIT:**

El transmisor se puede colocar encima o debajo del punto de toma de presión. Al medir gases, Se recomienda instalar el transmisor por encima del punto de toma de presión y tendido de la línea de presión con un gradiente constante hacia abajo del punto de toma de presión para que la condensación que se forma se pueda drenar en la línea principal y de esa manera el valor medido no sea erróneo.

Al medir vapores y líquidos, el transmisor debe instalarse debajo del punto de toma de presión y la línea de presión deben tener un gradiente constante hacia arriba para que pueda escapar el gas atrapado en la línea principal.

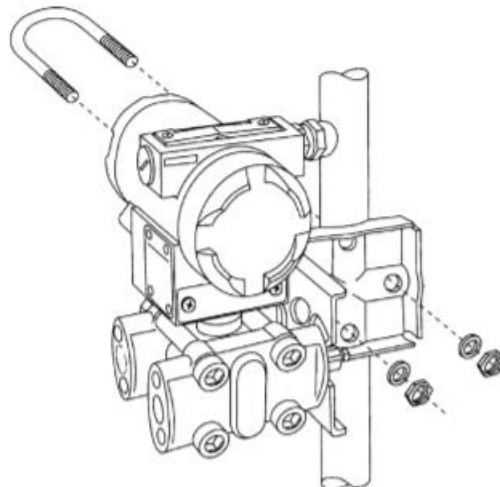
Las siguientes imágenes explican el montaje del PDIT:

**Imagen XXXI** *Montaje del PDIT con soporte de montaje.*



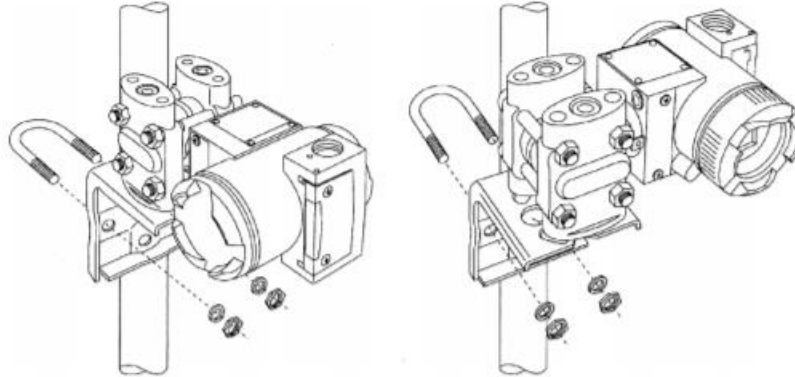
Fuente: SIEMENS

**Imagen XXXII** *Ejemplo con líneas de presión activa en horizontal.*



Fuente: SIEMENS

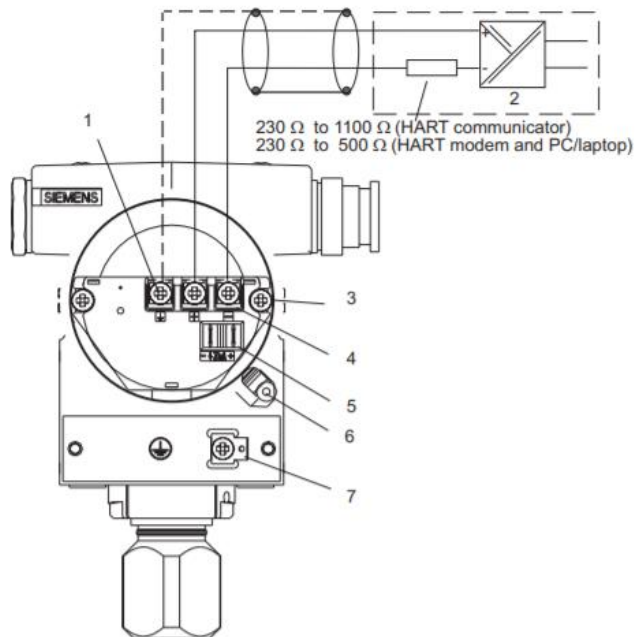
**Imagen XXXIII** Ejemplo con líneas de presión activa en vertical.



Fuente: SIEMENS

### CONEXIÓN ELÉCTRICA:

**Imagen XXXIV:** Conexión eléctrica del transmisor de presión diferencial.



Fuente: SIEMENS

1. Placa de pantalla.
2. Fuente de alimentación.
3. Tornillos para fijar la regleta de terminales.
4. Terminales.
5. Enchufe de prueba para amperímetro de CC o instalación de conexión para pantalla externa.
6. Roscado de cubierta.
7. Conexión de conductores PE / terminal de ecualización de potencial.

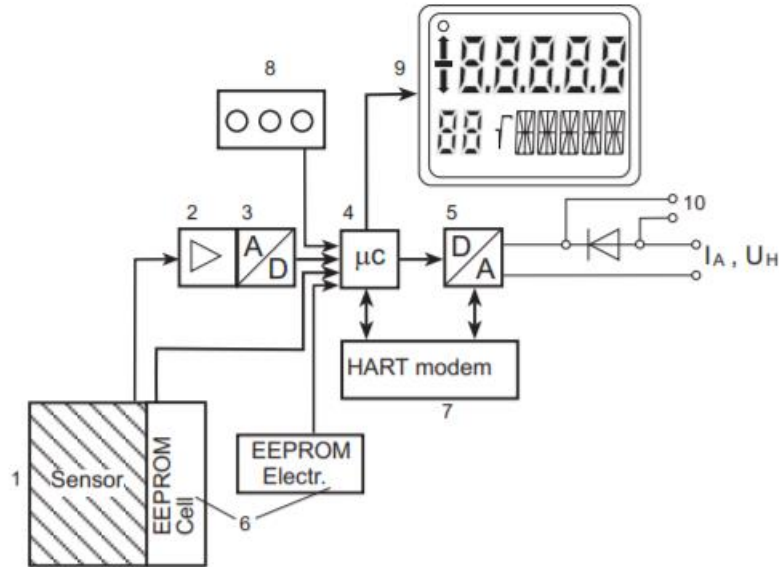
### **PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:**

La señal del sensor es amplificada por un amplificador de instrumento y convertida en una señal digital en un convertidor analógico-digital. Esta señal se evalúa en un microprocesador, su linealidad y comportamiento de temperatura mantienen una escala de acuerdo con el tipo de medición establecido. La señal corregida se convierte en la corriente de salida 4 - 20 mA en un análogo digital convertidor. Un circuito de diodo proporciona protección contra polaridad inversa.

Los datos específicos de las células de medición de la electrónica y los datos para la parametrización del transmisor son almacenados en dos memorias no volátiles.

Puede parametrizar la función del tipo de medición de "presión" directamente en el punto de medición con las tres teclas de entrada y ver resultados de medición, error mensajes y modos de operación en la pantalla digital. El módem HART permite la parametrización mediante un protocolo de acuerdo con las especificaciones HART.

**Imagen XXXV:** Diagrama lógico calibración con HART



Fuente: SIEMENS

1. Sensor de la célula de medición
2. Amplificador de instrumentos
3. convertidor analógico-digital
4. microcontroladores
5. convertidor digital-analógico
6. Dos memorias no volátiles en la celda de medición y en la electrónica.
7. módem HART
8. Tres teclas de entrada (operación local)
9. pantalla digital
10. Conexión para amperímetro externo



## RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE (SIEMENS)

Verifique el inicio de escala del dispositivo de vez en cuando.

En caso de falla:

- Si la autocomprobación interna ha detectado una falla, rotura del sensor.

Muestra:

- Pantalla digital: muestra "ERROR" y texto de error en movimiento
- Salida analógica: ajuste de fábrica Corriente de falla 3.6 mA o 22.8 mA o dependiendo de la parametrización:
- HART: lista de errores detallada para mostrar en el comunicador HART o SIMATIC PDM
- Si existe error grave de hardware, el procesador no funciona y muestra:
  - pantalla digital: sin pantalla definida
  - salida analógica: corriente de falla <3.6 mA

## MANTENIMIENTO DE LAS BOMBAS:

El laboratorio cuenta con seis bombas montadas en módulos. Las bombas del laboratorio son centrífugas, a continuación, se expone una rutina de mantenimiento generalizada que bien puede aplicarse como un estándar

**Imagen XXXVI Bomba centrífuga**



para las bombas presentes en el laboratorio dada su sencillez.

Aún bajo las circunstancias más favorables, toda bomba tendrá que salir finalmente de servicio para permitir reemplazo de las partes desgastadas o averiadas.

Cada vez que se tenga que intervenir una bomba, se debe trasladar a un sitio limpio antes de abrirla.

Evitar abrir una bomba o

reemplazar empaques, sellos o cojinetes en lugares expuestos al polvo u otros elementos contaminantes. La contaminación es un factor primordial en el daño prematuro de las bombas.

### **Empaques:**

El empaque debe ser reemplazado cuando ya no pueda controlarse una fuga excesiva de la caja de empaques ajustando el collarín. Reponer todos los empaques. No volver a insertar los empaques viejos, ni tratar de controlar las fugas agregando anillos nuevos a los empaques desgastados. En la mayoría de las bombas, los empaques pueden ser reemplazados sin necesidad de abrir la bomba.

1. Sacar el collarín.
2. Usar un gancho o extractor para sacar el empaque viejo y el anillo de linterna, si se usa. Se debe garantizar que todos los empaques viejos se cambien en ambos lados del anillo de linterna.
3. Limpiar y observar la camisa (manguito) o eje lo mejor posible. Si hay algún signo de desgaste, reponer el eje y la camisa.
4. Consultar las instrucciones del fabricante en cuanto al tipo de empaques y al número de anillos.
5. Si se emplean empaques enrollados cortarlos a la medida precisa. Puede haber una junta a inglete o a tope por lo que es importante es que la junta tenga un ajuste cerrado.
6. Colocar los anillos de empaque cuidadosamente en el eje, uno por uno. Las juntas deberán estar dispuestas alternadamente 45° a la derecha e izquierda a partir del centro superior del eje, en tal forma que no estén en línea dos juntas adyacentes.
7. Si se emplea un anillo de linterna, se debe asegurar que esté alineado con la entrada del fluido del sello, de tal manera que el fluido corra libremente a través de la caja de empaques.
8. Cuando todos los anillos de empaque se hayan insertado, reemplazar el collarín y ajustar sus tuercas. Luego se deben hacer retroceder poco menos que el ajuste manual.
9. Arrancar la bomba.
10. Dejar que la bomba funcione un par de horas antes de intentar controlar las fugas. Para que las fugas estén de acuerdo con lo recomendado por el fabricante, ajustar las tuercas del collarín gradualmente y por pasos. Durante cada paso, se deben girar las tuercas más o menos un cuarto de vuelta. Después, dejar funcionar la bomba por lo menos quince minutos entre los ajustes para que responda al cambio de presión.
11. Para bombas con descarga externa, la presión de inyección deberá ajustarse a medida que la fuga vaya siendo regulada.

### **Sellos mecánicos:**

Los sellos mecánicos deberán manejarse con sumo cuidado. Un sello mecánico con fugas deberá reemplazarse. Las precauciones contra la contaminación son aplicables particularmente a los sellos que son piezas de precisión que requieren un cuidado especial. Incluso el más pequeño rayón puede significar una fuga.

Existen tantos diseños de sellos que una sola rutina, no alcanza a cubrir todas las combinaciones y disposiciones posibles. Los sellos mecánicos se deben instalar según las instrucciones del fabricante. Sin embargo, existen principios básicos que deben ser aplicados al reponer cualquier sello.

1. La bomba deberá trasladarse a un área limpia de trabajo.
2. Asear el interior de la bomba e inspeccionar en busca de desgaste o daños.
3. Si la bomba tiene una caja de empaques, limpiarla totalmente.
4. Inspeccionar el eje, la camisa (manguito) del eje, el cuñero y la cuña, y el tornillo opresor en busca de rebabas o ranuras.
5. Abrir el paquete de sellos muy cuidadosamente y con las manos limpias. La mugre y los rasguños inadvertidos en la superficie de un sello pueden arruinarlo. Inspeccionar en busca de defectos, y si se detecta o sospecha un defecto, devolver el sello al fabricante. Si se cae un sello, no se debe usar a menos de que esté totalmente seguro de que no está estropeado.
6. Lubricar ligeramente el anillo ·0" interno, la cuña de tellón o los fuelles antes de instalarlos. El lubricante debe ser compatible con el material del anillo "O".
7. Colocar el sello de reemplazo siguiendo las instrucciones del fabricante. Si el anillo debe fijarse, poner especial atención al espacio entre las caras de los sellos. Un ajuste preciso es indispensable para evitar

sellos demasiado apretados, que impidan la lubricación, o tan sueltos que permitan las fugas.

8. Ensamblar la bomba nuevamente, y cerciorarse de que tanto la bomba, como el elemento accionador, estén alineados.

9. Arrancar la bomba.

10. Detectar las fugas. El sello podría presentar fugas un poco después de su instalación, pero sólo durante un corto tiempo. La continuación de las fugas podría indicar un sello defectuoso o una instalación inadecuada del mismo.

(TEL-A-TRAIN, 1995)