

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE UNA CALDERA
ACUOTUBULAR UTILIZANDO COMO COMBUSTIBLE BAGAZO DE
CAÑA DE AZÚCAR – CASA GRANDE, DPTO. DE LA LIBERTAD**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

MÁXIMO ALBERTO VELASQUEZ OSORIO

**PROMOCIÓN
1979-I**

**LIMA – PERU
2008**

**AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE UNA CALDERA ACUOTUBULAR
UTILIZANDO COMO COMBUSTIBLE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR –
CASA GRANDE, DPTO. DE LA LIBERTAD**

DEDICATORIA

En memoria de mis queridos padres, ellos desde
el cielo se regocijarán.

A mis hijos César y Oscar.

SUMARIO

Dada la necesidad de mantener la productividad en el Complejo Agroindustrial Casa Grande S.A., en el Dpto. de la Libertad, por la ampliación de sus tierras de cultivo y tener energía eléctrica suficiente para su operación normal, se ha realizado la repotenciación total de su caldero No. 11, para generar vapor sobrecalentado y ser utilizados como fuente de energía para mover una turbina de vapor de 2MW de potencia generando energía eléctrica para su consumo.

Como es de conocimiento, para producir caña de azúcar, éste deja como residuo de su producción el bagazo, el cual es una biomasa que no se utilizaba adecuadamente, lo que se hace actualmente es transformar esta biomasa (fuente de energía) en energía eléctrica, para realizar esta transformación, se realiza mediante la producción de vapor sobrecalentado utilizando para ello una caldera Acuotubular.

Por lo tanto, la caldera se convierte en un elemento muy importante como convertidor de energía, el cual requiere un trabajo eficiente y de alta performance, para generar vapor con las características exigentes que requiere una turbina a vapor, utilizado en este caso para producir energía eléctrica.

En este informe se presentan la teoría de cómo opera una caldera, el diseño completo del desarrollo de la ingeniería de control, para producir vapor sobrecalentado a una presión y flujo másico contante, la selección de la instrumentación (Data Sheet) utilizada para realizar las estrategias de control, los lazos de control y el P&ID completo del proceso.

Por tratarse de un informe me limitaré solamente a los puntos más importantes del proceso, ya que el desarrollo de la ingeniería total involucra varias especialidades.

Como resultado final de este proyecto realizado, se tiene la caldera funcionando, generando vapor sobrecalentado con las características exigidas por la turbina a vapor.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA 3

- 1.1. Descripción del Problema. 3
- 1.2. Objetivos del trabajo. 3
- 1.3. Evaluación del problema. 4
- 1.4. Limitaciones de trabajo. 4
- 1.5. Síntesis de la Organización del Informe. 4
- 1.5.1. Estrategias de control. 4
- 1.5.2. Instrucciones del servicio de la Caldera. 5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL 6

- 2.1. Antecedentes. 6
- 2.1.1. Reseña de la Empresa Agroindustrial Casa Grande S.A.A. 6
- 2.1.2. Generalidades de la Caldera Acuotubular. 6
- 2.1.3. Porque queremos Vapor. 7
- 2.2. Propiedades del Vapor. 7
- 2.2.1. Propiedades Físicas del Vapor. 7
- 2.2.2. Volumen Específico y Densidad. 8
- 2.2.3. Entalpía del Líquido. 8
- 2.2.4. Temperatura de Saturación. 8
- 2.2.5. Entalpía de evaporación. 8
- 2.2.6. Entalpía de Vapor Saturado. 9
- 2.2.7. Vapor sobrecalentado. 9
- 2.2.8. Entalpía del Vapor Sobrecalentado. 9
- 2.2.9. Punto Crítico. 9
- 2.2.10. Tablas de Vapor. 9

2.3.	Transferencia de calor en Calderas.	9
2.3.1.	Conducción.	10
2.3.2.	Convección.	10
2.3.3.	Convección Natural.	10
2.3.4.	Convección Forzada.	10
2.3.5.	Radiación.	10
2.3.6.	Análisis de la transferencia de calor a travez de un tubo.	11
2.3.7.	Distribución de la Superficie de Calefacción.	12
2.3.8.	Hogar.	14
2.3.9.	Sobrecalentador.	14
2.3.10.	Haz Convectivo.	14
2.3.11.	Economizador.	15
2.3.12	Calentador de Aire.	15
2.3.13.	Nucleate Boiling.	15
2.3.14.	Film Boiling.	16
2.4.	Circulación de Agua en Calderas.	16
2.4.1.	Fundamentos sobre el efecto de circulación.	16
2.4.2.	Factores que intervienen en la circulación.	18
2.5.	Características básicas de las calderas modernas.	18
2.5.1.	Calderas Acuotubulares.	18
2.5.1.1	Domo superior.	19
2.5.1.2.	Factores que influyen en el nivel del Domo.	20
2.5.1.3.	Haz convectivo.	22
2.5.1.4	Hogar.	22
2.5.1.5.	Sobrecalentador.	23
2.5.1.6.	Factores que influyen en la temperatura de vapor sobrecalentado.	24
2.5.1.7.	Atemperación.	26
2.5.1.8.	Atemperación indirecta.	27
2.5.1.9.	Atemperación directa.	28
2.5.1.10.	Quemadores.	28
2.5.1.11.	Turndown ratio.	29
2.5.1.12.	Estabilidad.	30
2.5.1.13	Forma de la llama.	30

2.5.1.14. Atomización.	30
2.6. Acodicionamiento del agua de alimentación.	31
2.6.1. Generalidades.	31
2.6.2. Factores que afecta la corrosión de los tubos.	33
2.7. Combustión.	33
2.7.1. Fundamentos básicos de la combustión.	33
2.7.2. Combustibles.	34
2.7.3. Quemado de combustibles gaseosos.	35
2.7.4. Quemado de combustibles líquidos.	35
2.7.5. Quemado de combustibles sólidos.	35
2.7.6. Aire atmosférico.	37
2.7.7. Exceso de aire.	37
2.7.8. Exceso de aire vs. monóxido de carbono.	38
2.7.9. Exceso de aire vs. óxido de nitrógeno.	39
2.7.10. Poder calorífico superior e inferior.	39
2.8. Eficiencia de una caldera.	40
2.8.1. Definición de rendimiento de una caldera.	40
2.8.2. Factores principales que influyen en el rendimiento.	40
2.8.3. Análisis de los gases de salida de chimenea.	41
2.8.4. Estudio de la composición química de los gases de combustión.	41
2.8.5. Medición de CO ₂ .	42
2.8.6. Medición de O ₂ .	42
2.8.7. Medición de CO.	44
2.8.8. Temperatura de salida de gases de chimenea.	44
2.8.9. Medición de humos de gases de chimenea.	45
2.9. Lazos de control básicos para caldera.	45
2.9.1. Introducción/Simbología.	46
2.9.2. Sistema de seguridad y encendido (S.S.E.).	46
2.9.3. Lazos de control de nivel de Domo.	47
2.9.4. Lazos de control de combustión.	48
2.9.5. Lazos de control de temperatura de vapor.	51
2.9.6. Lazos de control de presión de hogar.	52
2.9.7. Lazos de control de purga continua.	52

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL	53
3.1. Objetivos.	53
3.2. Descripción.	53
3.2.1. Diagramas de control considerados.	54
3.2.2. Simbología a usarse.	54
3.3. Estrategias de control de la combustión.	55
3.3.1. Controlador Máster.	55
3.3.2. Control de presión de la caldera.	56
3.3.3. Control de carga de bagazo.	56
3.3.4. Control de Apertura Damper de Aire Primario.	57
3.3.5. Control de Apertura Tiro Inducido.	57
3.3.6. Control de presión de la cámara de la Caldera.	57
3.3.7. Control de oxígeno en exceso.	58
3.4. Estrategias de Control del Domo.	58
3.4.1. Control de Nivel del DOMO.	58
3.4.2. Compensación de Tiempo Muerto.	59
3.4.3. Compensación de Flujo de vapor.	59
3.4.4. Control en Cascada con el azo de flujo de agua.	59
3.4.5. Control de Atemperación de vapor.	59
3.4.6. Purga Continua de Conductividad.	60
3.4.7. Presión de Alivio del DOMO.	60
3.4.8. Niveles de Tolvas.	60
3.5. Estrategias de Arranque y Parada de la Caldera.	60
3.6. Arquitectura de Comunicaciones.	61

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	62
4.1. Introducción del Servicio del Caldera No. 11.	62
4.1.1. Datos de diseño de la Caldera No. 11.	62
4.1.2. Generalidades del principio de operación.	62
4.1.3. Preparación para el calentamiento.	63
4.1.4. Relleno de la caldera.	64

4.1.5.	Relleno (carga) del recalentador.	65
4.1.6.	Calentamiento y puesta en marcha del caldero.	65
4.2.	Instrucciones de Servicios Generales.	69
4.2.1.	Parada de la caldera.	73
4.2.2.	Estado de parada de la caldera.	74
4.2.3.	Generalidades en el servicio de la caldera.	75
4.3.	Análisis de las Variables asociados al proceso.	76
4.3.1.	Lista de Instrumentos.	76
4.3.2.	Lista de señales de control.	79
4.3.3.	Hoja de datos de la instrumentación.	85
4.3.4.	Lazos de control del Proyecto.	86
4.3.5.	Lista de cables de instrumentación.	86
4.3.6.	Pruebas de Comisionamiento.	86
4.4.	Presupuesto de ejecución del Proyecto.	87

CONCLUSIONES 90

ANEXO A

SIMBOLOGÍA SAMA

ANEXO B

ESTRATEGIA CALDERO # 11, COMBUSTIÓN

ANEXO C

ESTRATEGIA CALDERO # 11

ANEXO D

ESTRATEGIA SECUENCIAS ARRANQUE/APAGADO

ANEXO E

UBICACIÓN DE INSTRUMENTOS, DETALLE DE TUBERÍAS Y CAJAS DE CONEXIONES

ANEXO F

ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES

ANEXO G

FLUJOGRAMA DE PROCESOS

ANEXO H

HOJA DE DATOS – DATA SHEET

ANEXO I

LAZOS DE CONTROL

ANEXO J

LISTA DE CABLES DE INSTRUMENTOS

ANEXO K

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE INGENIERÍA DE DETALLE

ANEXO L

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

ANEXO M

INFORMACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS

ANEXO N

GALERIA DE FOTOS DEL PROYECTO DE LA CALDERA 11

BIBLIOGRAFÍA

209

INTRODUCCIÓN

La compañía Agro Industrial Casa Grande S.A., situado en el norte del país en el departamento de la libertad provincia de Ascope distrito de Casa Grande, decidió realizar el proyecto de modernizar su caldero N° 11 y utilizar como combustible en forma automática la biomasa del bagazo de la caña de azúcar como combustible, con el propósito de generar vapor sobrecalentado y a alta presión, para ser usado en la generación de energía eléctrica; la generación de energía eléctrica se realiza mediante turbinas de vapor, realizando de esta manera un reciclaje completo de la caña de azúcar y aprovechando al máximo este recurso.

La agroindustria azucarera es una fuente importante de energía renovable, ya que la caña de azúcar además de ser uno de los principales cultivos en el país, es el captador vivo más eficiente de la energía solar lo que determina los altos rendimientos agrícolas que se pueden obtener como cultivo anual.

La biomasa aprovechable energéticamente es el bagazo y los residuos agrícolas cañeros (RAC). El bagazo representa el 30% de los tallos verdes molidos y es el residuo fibroso de este proceso, se obtiene con un 50% de humedad, esto significa que por cada hectárea cosechada es posible obtener anualmente 13,5 t de bagazo equivalentes a 2,7 tce (tce = Tonelada de combustible equivalente a 37,5 MJ/kg).

El bagazo constituye la principal fuente de energía en la producción de azúcar. Este proceso se basa en la cocción y posterior concentración del jugo extraído a la caña durante su molienda. Se consumen 500 kg de vapor y 21 kW/h por tonelada de caña molida.

Por lo expuesto, optimizar el funcionamiento de una caldera que usa bagazo como combustible y siendo esta una energía renovable, es importante hacerla eficiente en su producción de vapor, por lo que automatizarla y controlarlo automáticamente es una de las acciones que se va exponer en este informe, realizando para ello los respectivos lazos de control que se relacionen con las estrategias de control desarrolladas para este fin.

En este diseño se va a tratar de un sistema práctico y económico de control electrónico digital con su diagrama instrumental y una explicación de los equipos e instrumentos

necesarios para su realización. Se incluirá el algoritmo del programa de Nivel para su operatividad de funcionamiento en el primer lazo de control.

También indicaré expresamente todos los lazos de control que intervienen para el control automático respectivo de la Caldera Acuotubular, estos son cuatro lazos de control definidos de la siguiente manera:

Primer Lazo, es el Control de Nivel de Agua en el Domo de la caldera.

Segundo Lazo, es el control de Presión de vapor a la turbina.

Tercer Lazo, es el Control de Nivel del Tanque Desaereador.

Cuarto Lazo, es el control de presión en la línea de alimentación de agua a la caldera.

Comenzaré el presente informe repasando los principales aspectos Teóricos y fundamentales que se deben tener presente en la elaboración del control de la caldera en cuestión a través del desarrollo del Marco Teórico Conceptual, así como el reconocimiento de los diferentes equipos de control para la respectiva Automatización, para mayor detalle se muestran fotografías y se anexan diagramas de control, diagramas de lazos, plano del Flujograma de control del proceso (P&ID) e información técnica de los equipos utilizados. Finalmente se darán las conclusiones que resulto de la puesta en marcha y las expectativas de la empresa al emprender este proyecto.

A continuación pasamos a ver el contenido del presente informe, en el que se realizará con mayor detenimiento y documentación de lo realizado, en la que se presentarán planos, lista de instrumentos y otros.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema.

La necesidad de tener una caldera eficiente y totalmente automatizada, que funcione en automático para producir vapor sobrecalentado, donde el caudal y la presión deben ser constantes, estas son las dos condiciones mínimas necesarias para un buen funcionamiento de la turbina a vapor, quien tendrá a su cargo la generación de energía eléctrica en el consumo de la planta en la producción de azúcar en sus diferentes productos.

Por tal motivo el Complejo Agroindustrial Casagrande encarga a la compañía ABB por la automatización total de la caldera No 11 principal suministrador de vapor para las turbinas, ésta a su vez Subcontrata a la compañía Industrial Controls SAC, para la ejecución de la Ingeniería básica y de detalle de la automatización del control de la caldera, esta responsabilidad fue asignada a mi persona, en el cual para el desarrollo total de la instrumentación y desarrollo de las estrategias de control con la que actualmente se encuentra trabajando a satisfacción del cliente.

1.2. Objetivos del trabajo.

Como lo hemos manifestado el propósito del presente trabajo es el este diseño de un sistema práctico y económico de control electrónico digital con su diagrama instrumental y una explicación de los equipos e instrumentos necesarios para su realización. Se incluirá el algoritmo del programa de Nivel para su operatividad de funcionamiento en el primer lazo de control.

Para una óptima operación de los instrumentos en un caldero es conveniente usar en la automatización un Sistema de Control Distribuido (DCS), porque su ventaja fundamental es la mayor seguridad y economía de funcionamiento; siendo su desventaja el alto costo que significa optimizarlas ya que estos sistemas son para manejar arriba de 2000 Tgs.

Hacemos mención de la necesidad de controlar los cuatro lazos fundamentales de control de una caldera como son: El primer lazo de control y tal vez el más importante, el control de Nivel de Agua en el Domo de la Caldera, el segundo Lazo es el Control del suministro

de Presión de vapor hacia la turbina, el tercer Lazo es el Control de Nivel del Tanque Desaerador y el cuarto Lazo es el Control de presión en la línea de alimentación de agua a la caldera.

El Grupo Gloria del Perú ahora propietaria del Complejo Agroindustrial Casagrande, decidió realizar una inversión para usar como combustible la biomasa de la caña de azúcar en lugar de combustible de fósiles (Petróleo), para lo cual contrato a la compañía ABB para implementar el sistema, y la compañía ABB subcontrató a nuestra Empresa Industrial Controls S.A.C., para realizar la Ingeniería Básica y de Detalle para la Automatización e Instrumentación, los que se han implementado y en la actualidad está en operación, este proyecto entró en operación en febrero del 2008 usando ahora la biomasa de la caña de azúcar para generar vapor con la Caldera Acutubular.

1.3. Evaluación del problema.

El tema tratado tiene gran trascendencia porque ha contribuido a la mejora del proceso y reducción de grandes pérdidas económicas. Asimismo nos ha dado un estudio amplio de los defectos que podremos controlar repetidas veces, aplicando inclusive nuevas tecnologías. Con las implicaciones, la observación y el análisis de datos obtenidos del mantenimiento se han evaluado los parámetros requeridos para las nuevas tecnologías, que contribuyeron a la mejora del proceso y la minimización de errores en el despacho.

1.4. Limitaciones de trabajo.

La posibilidad de optimizar los procesos con nuevas tecnologías está en función de los requerimientos y del monto de inversión, pero en este caso especial generar energía eléctrica a través de turbinas a vapor, donde la energía para generar vapor es de un material que antes no se usaba resulta provechoso y muy económico, pues la limitación fue el tiempo programado para este proyecto donde el cronograma sería de tres meses, los que en la realidad se prolongo a seis meses, ocasionado por la llegada de equipos para el control.

1.5. Síntesis de la Organización del Informe.

En el presente informe primero indicamos la ubicación exacta donde se realizó el trabajo, una breve descripción de la empresa, luego haremos una vasta explicación del principio de funcionamiento de una caldera Acuotubular, luego se realizará una explicación como se ha realizado el sistema de control explicando sus estrategias para luego terminar con las instrucciones de operación de la caldera automatizada dirigido a los operadores.

1.5.1. Estrategias de control.

Para realizar las estrategias de control y representarlos se usan los diagramas SAMA (Scientific Apparatus Makers Association), esta técnica se utilizan para representar los controles en la industria de generación de energía. Estos diagramas se emplean para describir y documentar las estrategias de control diseñadas tanto para calderas Industriales y equipos de calderas. Aunque existen similitudes con los diagramas ISA, hay diferencias significativas entre los dos métodos.

La información estará dividido ordenadamente para su enfoque adecuado, y fácil entendimiento cuando se realicen la explicación de cada uno de ellos, así mismo se explicara también la estrategia de la combustión de la caldera, explicando que equipos intervienen para ello y la manera como deben ser seleccionado técnicamente.

Definiremos los instrumentos empleados y sus respectivos data sheet utilizados para la compra.

1.5.2. Instrucciones del servicio de la caldera.

En este punto se dará a conocer como arrancar la Caldera después de una parada y como parar la caldera cuando ha estado funcionando, cualquier operación que no se ajusten a estos procedimientos podría ser peligroso, aunque los interlock de la caldera entrarían a funcionar y alarmas se activarían poniendo en riesgo la operatividad de la caldera.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes.

2.1.1. Reseña de la Empresa Agroindustrial Casa Grande S.A.A.

La Empresa Agroindustrial Casa Grande S.A.A. está abocada a la siembra y procesamiento de caña de azúcar y comercialización de productos derivados de la caña, como el azúcar, alcohol, melaza y bagazo. Esta empresa que fue, en siglos pasados, la primera y más grande industria azucarera del Perú forma parte del Grupo Gloria desde el 29 de enero del año 2006. El Grupo, teniendo ya el 12% de acciones, cerró la Oferta Pública de Adquisición de Acciones obteniendo a través de su subsidiaria Corporación Azucarera del Perú S.A. - COAZÚCAR las acciones restantes para lograr el 57% de mayoría accionaria.

Casa Grande está ubicada a 50 Km. al norte de Trujillo y a 600 Km. al norte de Lima, en la provincia de Ascope, departamento de La Libertad. Casa Grande posee una propiedad de 29,383 hectáreas, de las cuales 20,000 pueden ser destinadas para el cultivo de caña de azúcar y el área restante para otros fines. El río Chicama es la principal fuente de riego de Casa Grande, el cual descarga en el terreno 400 millones de metros cúbicos al año.

El Grupo Gloria tiene entre sus objetivos mejorar los procesos agroindustriales en Casa Grande adquiriendo nueva maquinaria y modernizando la ya existente para alcanzar estándares de la más alta calidad. Así mismo, ampliar el área de siembra que actualmente se encuentra en 11,000 hectáreas y el cumplimiento de las obligaciones contraídas con terceros derivadas de administraciones anteriores, para lograr un bienestar general en las comunidades aledañas.

2.1.2. Generalidades de la Caldera Acuotubular.

El motivo de escoger este tema para mi informe de suficiencia como trabajo final, ha sido porque las empresa IC- Controls y ABB en conjunto han realizado el trabajo del diseño de ingeniería básica y de detalle de la automatización de la caldera No 11 del Complejo Agroindustrial Casa Grande S.A.A., en la que tuve participación directa; que tiene por finalidad suministrar vapor a turbogeneradores para generar energía eléctrica a base del

bagazo de la caña de azúcar como un biocombustible y autogenerar energía eléctrica para su planta de producción. La intención de este trabajo es no profundizar en los aspectos técnicos constructivos y/o de diseño de los generadores de vapor, pero sí cubrir los aspectos básicos que se necesitarán conocer a fin de evaluar cuales son los procesos físicos que tienen lugar dentro de los mismos y como se relacionan estos con el control automático.

2.1.3. Para qué queremos Vapor.

En un mundo en continuo crecimiento, en donde la demanda de energía crece día a día, la generación de vapor como medio de transferencia energética, crece en importancia para aplicaciones tales como generación eléctrica, procesos industriales de manufactura y calefacción.

Hoy en día prácticamente todos los establecimientos industriales poseen de una manera u otras aplicaciones que se relacionan de una manera directa o no con la generación y/o uso racional del vapor. Es debido a esto que la caldera y sus equipos auxiliares se convierten en un eslabón estratégico dentro de la cadena del proceso industrial. Por lo tanto, es de vital importancia hacer énfasis en términos tales como confiabilidad, independencia operativa, seguridad y eficiencia. Estas cuatro últimas condiciones no sólo dependen del equipamiento de generación de vapor, sino que están estrechamente relacionadas con el sistema de control regulatorio, como así también el de seguridad y encendido.

Debido al continuo crecimiento del tamaño de las calderas, toda mejora en la eficiencia por pequeña que sea merece ser evaluada, ya que esto podría redituar en un ahorro sustancial de combustible.

En las hojas que siguen se detallan primero conceptos básicos sobre la generación del vapor, las características básicas de los generadores modernos y por también veremos esquemas de control básicos.

2.2. Propiedades del Vapor.

2.2.1. Propiedades físicas del vapor.

Si calentamos dentro de un recipiente cerrado y rígido, una masa de agua, partiendo desde una presión (atmosférica) y una temperatura determinada, ésta se calentará hasta una temperatura dada, (99°C), a partir de la cual comenzará el proceso de ebullición, con la consiguiente liberación de vapor.

El vapor así liberado comenzará a llenar rápidamente todos los espacios disponibles dentro del recipiente.

A la presión atmosférica, 1 Kg de vapor ocupa 1,750 veces más volumen que el mismo peso en agua. Debido a que el recipiente es rígido y que ya no existe más espacio disponible, la liberación de más vapor comenzará a comprimir a la masa de vapor ya existente resultando un aumento en la presión de éste.

De seguir suministrando calor, la presión seguirá aumentando significativamente hasta que la totalidad de la masa de agua se haya convertido en vapor. Este aumento en la presión irá acompañado de un leve aumento de temperatura.

A partir de ahí, el aporte de más calor traerá aparejado un aumento menos significativo en la presión, pero de mayor importancia en la temperatura del vapor. Describiremos a continuación algunos conceptos relacionados con la terminología que necesitaremos conocer.

2.2.2. Volumen específico y Densidad.

Cuando se describió el proceso del ejemplo detallado más arriba, fue necesario, a fin de poder realizar una comparación entre dos diferentes estados, relacionar el volumen que ocupaba un determinado fluido con el peso del mismo. A esta relación se la conoce como volumen específico y está expresado en m^3/Kg .

La densidad es la inversa del volumen específico y se expresa en Kg/m^3 .

2.2.3. Entalpía del líquido.

La cantidad de calor necesario para llevar el agua desde su temperatura inicial de referencia ($0^\circ C$) hasta su temperatura de ebullición se conoce como la entalpía del líquido y está expresado en $Kcal/Kg$.

2.2.4. Temperatura de Saturación.

Cuando el agua entra en ebullición ambos, agua y vapor poseen la misma temperatura. A esta temperatura se la conoce como, temperatura de saturación. Para cada presión de ebullición sólo existe una temperatura de saturación y viceversa. Durante el proceso de ebullición y a pesar del agregado de calor, la temperatura tanto del agua como la del vapor se mantienen iguales y constantes; esta última condición es verdadera siempre y cuando mantenga constante la presión.

2.2.5. Entalpía de evaporación.

El calor suministrado durante el período de ebullición, es utilizado para producir estrictamente el cambio de fase de líquido en vapor. La cantidad de calor necesario para llevar toda la masa de líquido a estado de vapor se conoce como la entalpía de evaporación, está expresado en Kcal/Kg y su valor depende de la presión.

2.2.6. Entalpía de Vapor saturado.

Si a la entalpía de evaporación se le suma la del líquido, tendremos lo que se llama entalpía del vapor saturado y está expresada en Kcal/Kg. Es la cantidad total de calor que se debe suministrar a un Kilogramo masa de agua desde la temperatura de referencia (0°C) para transformarlo totalmente en vapor.

2.2.7. Vapor sobrecalentado.

En tanto el vapor y el agua estén en contacto, sus temperaturas se mantendrán iguales. Si lográramos separar el vapor del agua y continuáramos suministrando calor a la primera, estaríamos en presencia de lo que se conoce como vapor sobrecalentado.

2.2.8. Entalpía del vapor sobrecalentado.

La cantidad de calor necesario para convertir un Kilogramo masa de agua a 0°C en vapor sobrecalentado a una presión y temperatura determinada se llama entalpía de vapor sobrecalentado y estará expresada en Kcal/Kg. Esta entalpía como así también su temperatura irá en aumento según se siga suministrando calor.

2.2.9. Punto crítico.

A medida que se aumenta la presión llegaremos a un punto en el cual el agua cambia de estado sin entrar en ebullición. A este punto se lo conoce como punto crítico y se encuentra a 374°C a una presión de 225 Kg/cm² Abs.

2.2.10. Tablas de vapor.

Debido a que las propiedades del vapor y el agua están definitivamente fijadas por la naturaleza, éstas pueden ser medidas y tabuladas. A esta documentación se la conoce más comúnmente por "Tablas de vapor de agua". Allí se encuentran datos como son: volumen específico, entalpía, entropía y viscosidad, todas estas variables en función de la temperatura y la presión.

2.3. Transferencia de calor en calderas.

En el capítulo anterior nos referimos constantemente a la adición de calor como medio para producir el cambio de estado del agua en vapor.

Discutamos ahora cuáles son aquellos medios a través de los cuales se produce la transferencia de calor desde la fuente caliente, que son los gases, a la fuente fría, que son el agua y vapor.

Básicamente existen tres diferentes maneras en la cual viaja el calor. Estas son conducción, convección y radiación.

2.3.1. Conducción.

Es la forma de transferencia en la cual el calor se propaga a través de un punto a otro dentro de un determinado material, o a través de otro contiguo a éste. Para entender este fenómeno basta recordar que agregar calor implica producir una mayor actividad molecular en la materia. Esta actividad se puede interpretar como vibraciones de sus moléculas. Dicha vibración excita a las moléculas adyacentes, lo que se traduce en un flujo de calor en sentido de la zona de mayor a menor temperatura.

La capacidad de un material que define si es buen conductor de calor, se denomina "Conductividad Térmica" y está expresada en Kcal/h °C m.

Los gases y vapores son malos conductores, los líquidos mucho mejores y los metales son los mejores. A su vez, la conductividad térmica es función de la temperatura del material.

Básicamente existen tres diferentes maneras en la cual viaja el calor. Estas son conducción, convección y radiación.

2.3.2. Convección.

Es la forma de transferencia del calor por medio del desplazamiento de los fluidos de un sitio a otro. Este fenómeno puede presentarse de dos formas distintas: convección natural o forzada.

2.3.3. Convección natural.

Cuando una porción de fluido se calienta, experimenta un aumento de su temperatura y en consecuencia su densidad se reduce.

Esto genera un desequilibrio natural de fuerzas respecto a aquella porción de masa que aún no ha experimentado dicha variación de temperatura. El resultado de este desequilibrio térmico motiva que la porción de masa más liviana ascienda, alejándose de la fuente de calor, mientras la más pesada o sea la de menor temperatura, descienda, creándose por consiguiente lo que conocemos como transferencia de calor por medio de la circulación natural.

2.3.4. Convección forzada.

Cuando a un fluido al que se lo calienta, se lo fuerza a circular por medios mecánicos, por ejemplo: una bomba, un ventilador, etc., se está ante la presencia de lo que se conoce como la transferencia de calor por medio de la circulación forzada.

2.3.5. Radiación.

Todos los cuerpos irradian energía. La radiación, a diferencia de la conducción o convección, no necesita medio físico para trasladarse; viaja tanto a través de la materia, como a través del vacío. Su forma de propagación es similar a la de la luz, o sea por ondas electromagnéticas.

Puede presentarse como radiante luminoso o no luminoso. Un cuerpo sometido a radiación es calentado sólo del lado expuesto. El otro lado, el que está a la sombra, no sufrirá, por efecto de la radiación, variación alguna de su temperatura.

La cantidad de calor irradiado por un cuerpo depende en alguna medida de su forma, tamaño y composición, pero fundamentalmente es directamente proporcional a su temperatura absoluta ($T_{abs} = \text{Temp.}^{\circ}\text{C} + 273^{\circ}\text{C}$) elevada a la cuarta potencia. Esto significa que si la temperatura absoluta de un cuerpo aumenta al doble, el calor irradiado por éste será ahora de 16 veces la anterior. Es importante destacar que dos cuerpos enfrentados irradian ambos calor de acuerdo a cada una de sus temperaturas absolutas, pero el calor neto transferido del cuerpo de mayor temperatura hacia el de menor temperatura, será la diferencia algebraica entre ambos.

2.3.6. Análisis de la transferencia de calor a través de un tubo.

Tomemos por ejemplo un tubo en cuyo interior circula mezcla agua/vapor, ubicado dentro de una corriente de gases en un hogar. Veremos que la transferencia de calor de los gases producto de la combustión con el agua/vapor, se debe a una compleja interacción de los tres fenómenos anteriormente descritos: radiación, convección y conducción.

La parte exterior del tubo estará expuesta a la combinación de radiación luminosa de la llama y de los gases y no luminosa proveniente de otros tubos. A su vez, la masa de gases provenientes de los quemadores llega a los tubos transfiriendo calor a éstos por medio de convección forzada.

En el exterior e interior del tubo se adhieren unas películas muy delgadas de gases agua/vapor respectivamente. El calor proveniente de la masa de gases deberá por conducción atravesar la película de gases, luego el espesor del tubo, atravesar la película

agua/vapor y recién entonces transferirá su carga térmica a la masa agua/vapor, la cual ascenderá debido a la convección natural.

La temperatura del metal del tubo no sólo dependerá de las temperaturas de la masa de gases o de la mezcla agua/vapor dentro del mismo, sino de cómo se lleva a cabo la caída de temperaturas a través de las distintas películas. Los tubos expuestos a los gases calientes que transportan; vapor, poseen mayores temperaturas de metal que en aquellos que transportan mezcla agua/vapor, ya que la conductividad de la película de vapor es pobre comparada con la del metal ó la del agua/vapor.

2.3.7. Distribución de la superficie de calefacción.

La cantidad de superficie de calefacción de una caldera y la forma de distribución de ésta, afecta directamente la capacidad y eficiencia de la misma. A continuación haremos una breve introducción de las distintas secciones y equipos pertenecientes a las calderas acuatubulares modernas; tema que retomaremos con mayor detalle más adelante. Tomemos el caso de una caldera acuatubular moderna de 42 Kg/cm² Abs.

Imaginemos a esta unidad de dimensiones fijas provista de un grupo determinado de sucesivas filas de tubos correspondientes al haz convectivo y que son atravesados por gases producto de la combustión. La cantidad de calor transferido de los gases a la mezcla agua/vapor es directamente proporcional a la masa de gases que atraviesa aquellas filas, de su calor específico y de su salto de temperatura.

En un estado estacionario, la masa de gases que atraviesa dicho haz convectivo se mantendrá constante. Por otro lado, el calor específico de los gases, si bien está en función de la temperatura de éstos, puede considerarse, para el siguiente análisis, prácticamente constante. En consecuencia, la cantidad de calor transferido es función directa de la caída de temperatura de los gases.

Asumamos que la temperatura de ingreso de gases a la primera fila sea de 1650°C, la temperatura de saturación correspondiente a 42 Kg/cm² Abs. de la mezcla agua/vapor que circula por dentro de los tubos es de 252°C. Supongamos que la temperatura de salida de gases de la última fila de tubos sea de 1100°C. Por lo anteriormente mencionado, esta caída de temperatura de 550°C se debe al calor cedido por los gases o absorbido por la mezcla agua/ vapor.

Si volvemos a instalar otro grupo de filas sucesivas de tubos de idénticas características a continuación de la anterior, la temperatura de entrada de gases a la primera fila sólo será de 1100°C, mientras la temperatura de salida de la última fila sólo será de 800°C, siendo la

caída de temperatura en este grupo de tan sólo 300°C. Por otro lado, la temperatura de la mezcla agua/vapor dentro del tubo, al encontrarse en su estado de saturación y a la misma presión, no varía. Esto nos demuestra que aunque aumentemos la superficie de calefacción en módulos de igual superficie, las caídas de temperaturas en cada una de ellas será menor a la anterior y en consecuencia también la cantidad de calor cedido por los gases.

Aquí cabe mencionar la aparición de un nuevo término: efectividad térmica, pues es una medida que refleja las ganancias en eficiencia y capacidad de una caldera en función del agregado de mayor superficie de calefacción.

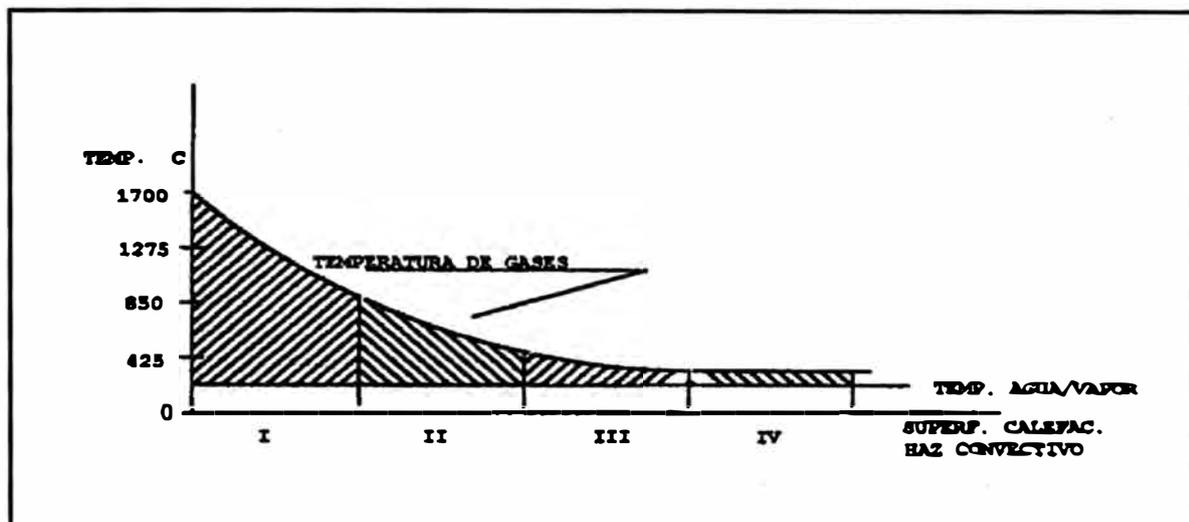


Fig.2.1 - Efectividad térmica

La realidad indica que a medida que aumenta la superficie de calefacción, aunque este aumento sea de idénticas proporciones a la anterior, menor será la ganancia que resulte (Ver Fig. 2.1). Sin embargo, es cierto que cada aumento en la superficie de calefacción trae consigo un aumento de calor absorbido o sea mayor capacidad de generación y mejora en la eficiencia. Pero se alcanza un punto en el cual la diferencia entre temperatura de gases y la de la mezcla agua/vapor se hace tan pequeña, que todo intento de agregado de mayor superficie, no aportará ganancia alguna. Aquel punto es el límite económico para agregado de mayor superficie.

En la carrera de fabricar generadores de vapor más eficientes y económicos, los diseñadores han desarrollado equipos de recuperación con superficies de calefacción en una variedad de formas. Veamos el caso de una caldera moderna acuatubular y analicemos cada una de estas superficies en el sentido de la circulación de los gases, (Ver Fig. 2.2).

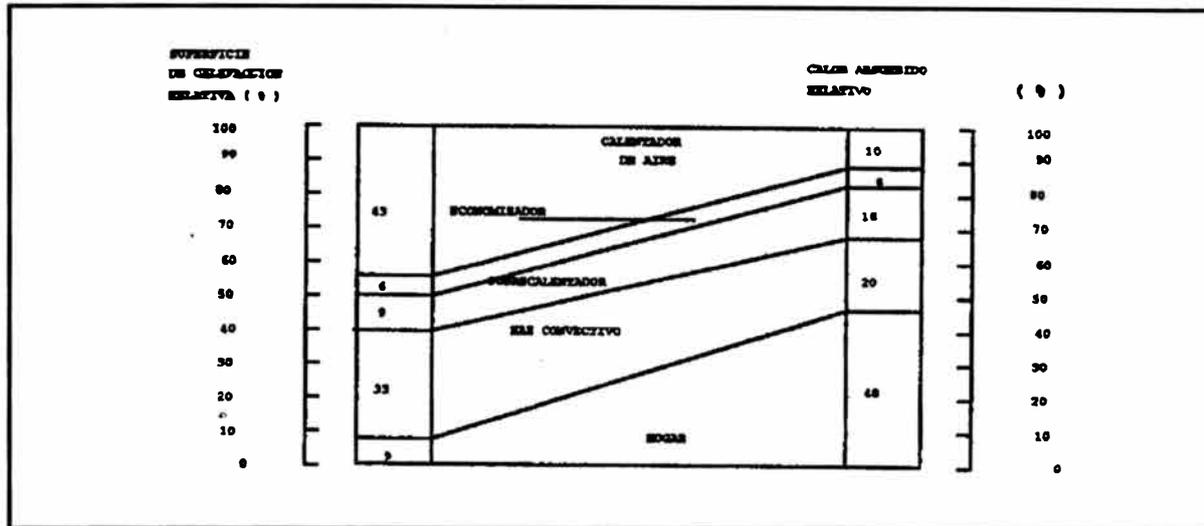


Fig. 2.2 – superficie de calefacción de una caldera moderna acuotubular

2.3.8. Hogar.

El hogar, en una caldera moderna, está virtualmente delimitado por tubos, (paredes de agua), que absorben calor. Esta superficie relativa representa sólo el 9% de la superficie total de la unidad, pero en él se absorbe el 48% del calor total. Esta alta efectividad térmica se debe fundamentalmente al efecto de la radiación, que es consecuencia de la exposición directa a las llamas y gases de combustión en la zona de mayor temperatura

2.3.9. Sobrecalentador.

El vapor saturado proveniente del domo, se calienta en el sobrecalentador, en donde las temperaturas de los gases a la entrada aún son elevadas, existiendo todavía algún efecto de la radiación. Su superficie relativa representa el 9% de la superficie total de la unidad, pero en él se absorbe el 16% del calor total.

2.3.10. Haz Convectivo.

El nombre de esta sección está relacionado con la forma mediante la cual se lleva a cabo la transferencia del calor, (convección forzada de gases). Es una zona de baja temperatura si la comparamos con las dos primeras secciones. La temperatura del agua/vapor con el que tiene que intercambiar calor, está en estado de saturación a la presión del domo. Su superficie relativa representa el 33% de la superficie total de la unidad, pero en él se absorbe solamente el 20% del calor total. Esta relación Calor Absorbido vs. Superficie nos indica que ya habremos alcanzado el límite económico de agregado de mayor superficie de intercambio.

A pesar de haber alcanzado aquel límite económico, la temperatura de los gases a la salida de este sector sigue suficientemente elevada como para poder seguir sacando provecho de

ellos. Esto es posible, pero no a expensas del agregado de más superficie en la caldera propiamente dicha. Por tal motivo aparecen en escena dos equipos adicionales: los economizadores y los calentadores de aire.

2.3.11. Economizador.

En este punto, los diseñadores dirigieron sus esfuerzos a niveles térmicos bajos. Debido a que la temperatura del agua de alimentación, en la gran mayoría de las aplicaciones, debe estar por debajo de la de saturación a la presión del domo, es posible elevar la temperatura del agua de alimentación hasta valores que se acerquen al de saturación utilizando parte del calor remanente de los gases. La superficie del economizador representa el 6% de la superficie total de la unidad, pero en él se absorbe el 6% del calor total.

2.3.12. Calentador de aire.

En esta superficie, los diseñadores dirigieron sus esfuerzos a niveles térmicos aún más bajos que en los economizadores. Antes de evacuar los gases a la atmósfera, éstos intercambiarán calor con el aire destinado para la combustión. Utilizando un calentador de aire, se obtiene una reducción en la cantidad de calor que debe liberar el combustible dentro del hogar. Pero debido a las bajas temperaturas y a la inevitable mala conductividad gas-aire, su superficie relativa representa el 43% de la superficie total de la unidad, pero en él se absorbe solamente el 10% del calor total.

En algunas unidades no siempre se implementan conjunta-mente estos dos últimos recuperadores de calor, sino que suele implementarse uno u otro.

2.3.13. Nucleate Boiling.

Los tubos de pared de agua del hogar están diseñados para que en su interior se desarrolle el fenómeno que se conoce como "nucleate boiling", cuya particularidad se debe a que siempre aparecen, entre la interfase agua-tubo, burbujas de vapor mezcladas con agua, de manera tal que este último actúe como un refrigerante para el tubo debido a su buena conductividad.

Si por alguna anomalía el fenómeno del "nucleate boiling" desapareciera, debido por ejemplo a un aumento excesivo de la carga térmica, se formaría una película de vapor entre el tubo y la masa de agua. Como se comentó en su oportunidad, la conductividad de esta película es mala comparada con la del agua, y en consecuencia el calor aportado atraviesa dicha película con dificultad, provocando un aumento de temperatura en la pared del tubo. Si esta temperatura llegara a superar a la máxima de diseño del material del tubo a la presión de operación, sería factible la rotura del mismo.

La desaparición del "nucleate boiling" también puede ocurrir si se presentara un aumento considerable de la presión, pues a medida que ésta aumenta, la formación de la película de vapor tiende a desplazar a la mezcla agua/burbujas de vapor.

2.3.14. Film Boiling.

En cambio, en el diseño de los tubos del sobrecalentador ya se contempla el fenómeno de aparición de esta película de vapor, "film boiling", como interfase tubo-vapor. Desde ya las exigencias térmicas con respecto al material de estos tubos son altas, en comparación con las del resto de la caldera.

2.4. Circulación de Agua en Calderas.

2.4.1. Fundamentos sobre el efecto de la circulación.

Ahora analizaremos que le sucede al agua cuando a ésta se le agrega calor.

En un simple recipiente de vidrio se puede visualizar, sin mayor dificultad, lo que sucede si este es calentado desde su parte inferior. Burbujas de vapor y agua caliente ascienden producto del desplazamiento por agua más pesada libre de vapor proveniente de zonas superiores y de menor temperatura. Este efecto da comienzo al ciclo que ya hemos mencionado cuando definimos a las corrientes de circulación por convección natural. Estas desplazan las burbujas a la superficie de interfase, en donde se liberan formando vapor.

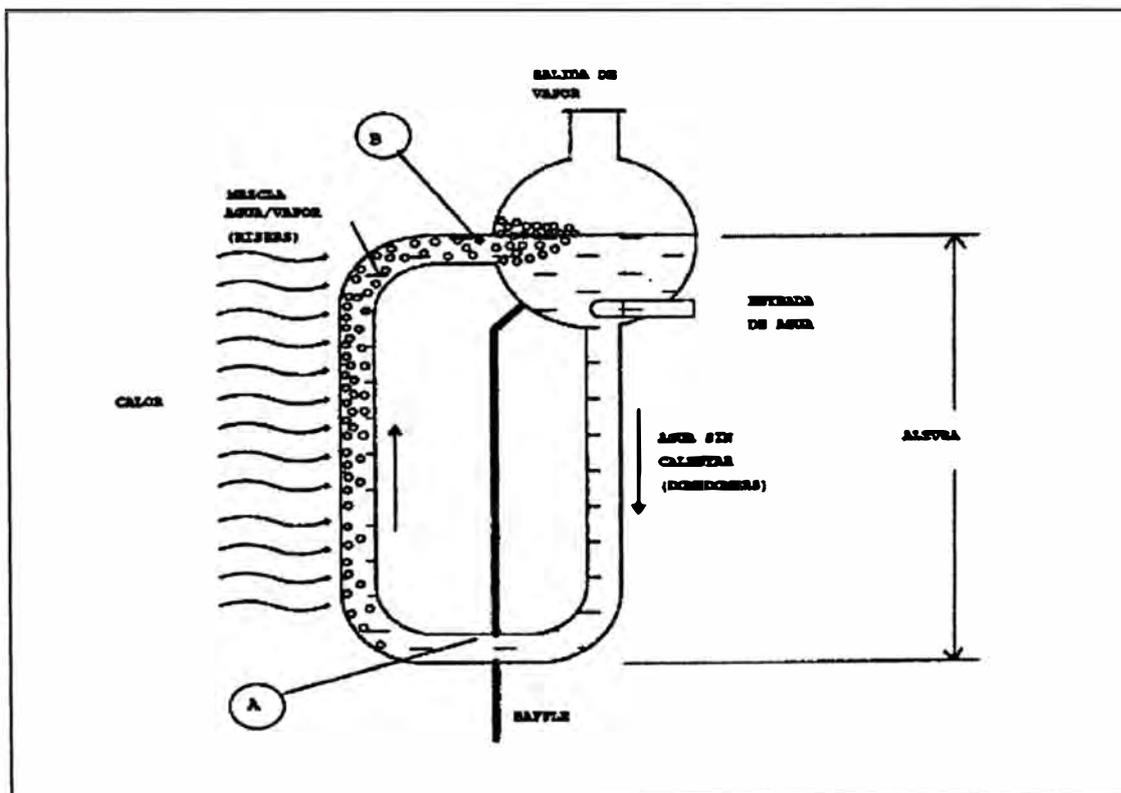


Fig. 2.3 - Modelo simplificado de una caldera acuotubular.

En una caldera acuotubular, la mezcla agua/vapor circula dentro de un gran número de tubos que son calentados externamente por los gases producto de la combustión. Para ver lo que sucede en estas unidades se puede analizar un modelo simplificado, como se ejemplifica en la Fig. 2.3. Se trata de un recipiente que está compuesto por una salida para vapor, una entrada de agua de alimentación y un tubo en forma de lazo que sale y nuevamente ingresa a él. A este lazo se lo puede dividir en dos piernas: una que recibe la carga térmica y la otra que no.

El peso de una columna de agua es igual al producto de la altura de ésta por su área y por su densidad. Vemos que tanto la altura como su área son iguales en ambas piernas, por lo que la mayor o menor circulación se debe fundamentalmente a la diferencia de densidad entre ambas.

Aquí sucede lo mismo que ya hemos mencionado, o sea la aparición de una corriente convectiva natural debido a la diferencia de densidades de una pierna respecto a la otra.

En aquella pierna que efectivamente recibe la carga térmica, comienzan a formarse burbujas de vapor que al final de recorrido (B) ya coexiste una mezcla agua/vapor compuesta de aproximadamente 85% de agua y 15% vapor en peso. En la unión imaginaria de ambas piernas (A), se establece el desequilibrio de fuerzas.

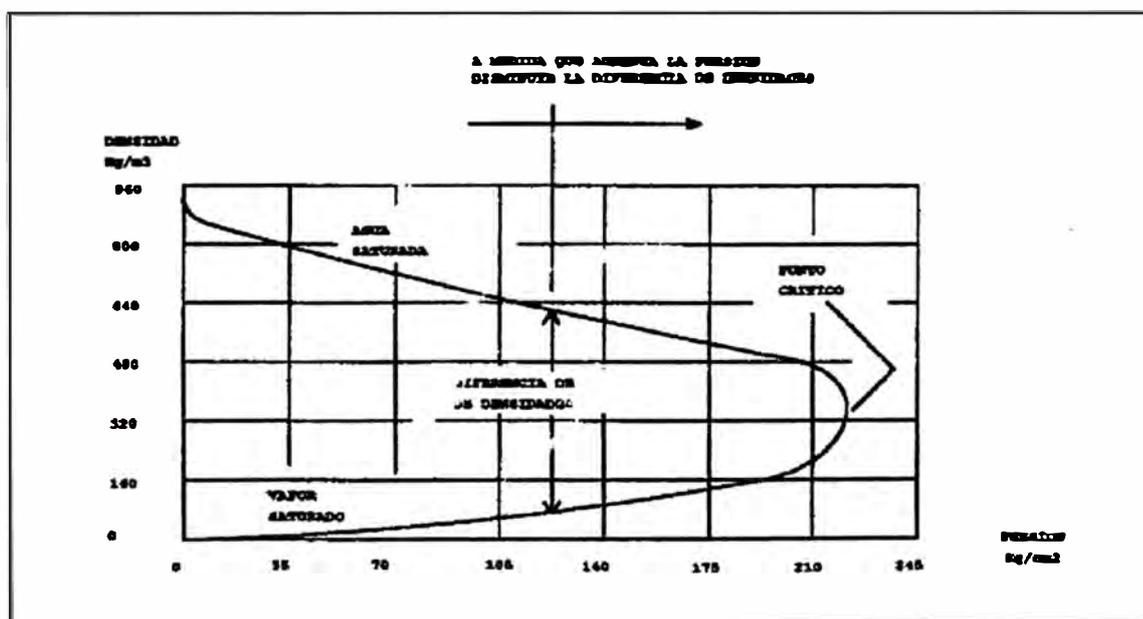


Fig.2.4 – Factores que afectan la circulación.

Este desequilibrio que producirá la circulación, se auto limitará con las fuerzas de rozamiento presentes en el circuito. Si por algún motivo se produjera un incremento de aquel desequilibrio, debido por ejemplo a un aumento en la carga térmica,

instantáneamente se produciría un incremento en la velocidad de circulación, pero también y de forma mucho más significativa en las fuerzas de rozamiento, ya que éstas se incrementan con el cuadrado de la velocidad. Este incremento de circulación crece hasta que se alcance un nuevo punto de equilibrio.

2.4.2. Factores que intervienen en la circulación.

El correcto análisis de todos los factores que afectan a la circulación es altamente complejo, sin embargo los más importantes son:

- a) Diferencia de densidades entre el agua y la mezcla agua/vapor.
- b) Pérdidas por rozamientos existentes en el circuito y que se oponen a la circulación.

De la Fig. 2.4 se desprende que a medida que aumenta la presión, disminuye la fuerza disponible para producir la circulación natural. Este efecto se contrarresta en parte, debido a que el coeficiente de rozamiento disminuye al aumentar la presión. En las unidades que operan a presiones supercríticas o cercanas a ella, se hace obligatorio el uso de la circulación forzada, ya que la densidad del agua tiende a igualar a la del vapor. Cabe mencionar que la cantidad de masa que circula en el haz conectivo, paredes, piso y techo del hogar, es considerablemente mayor a aquella generada. La relación es tal que por cada Kg de vapor que se genera, recircula 10Kg de mezcla agua/vapor dentro de estas superficies. Es importante la magnitud admisible de la carga térmica con la cual se diseña las diferentes superficies de las calderas. En las calderas acuotubulares, las superficies más comprometidas térmicamente son: paredes de agua del hogar, tubos pantalla y sobrecalentadores. Estas están diseñadas para mantener la temperatura del metal de sus tubos dentro de los márgenes de seguridad.

2.5. Características básicas de las calderas modernas.

2.5.1. Calderas Acuotubulares.

En sus primeras versiones, este equipo térmico consistía en un recipiente con una entrada de alimentación de agua y una salida de vapor, todo esto montado dentro de un recinto delimitado por ladrillos refractarios llamado hogar. El combustible se quemaba sobre una grilla ubicada dentro del hogar de manera tal que el calor liberado incidía directamente sobre la superficie inferior del recipiente, transfiriendo su carga térmica a la masa de agua dentro del mismo. Los gases de combustión se evacuaban por una chimenea.

Los diseñadores pronto notaron que era notablemente ineficiente calentar un único recipiente de agua. Consecuentemente, fraccionando aquella masa de agua en pequeñas

partes, se lograría un contacto más íntimo con el calor. De este modo comenzaron a aparecer dos grandes grupos de calderas: humotubulares y acuotubulares.

Si bien encontraremos en las aplicaciones industriales modernas, tanto una como otra, nos proponemos analizar con mayor detalle las calderas acuotubulares, pues en él se cubren prácticamente todos los fenómenos que necesitaremos conocer.

A diferencia de las calderas humotubulares, en las calderas Acuotubulares es la mezcla agua/vapor la que circula por dentro de los tubos. Estas calderas, (ver Fig. 2.4), cubren gran parte de las necesidades del espectro de aplicación industrial.

A continuación detallaremos algunos de los componentes y circuitos más importantes que componen a este tipo de caldera. También mencionaremos los factores más importantes que inciden directamente sobre su funcionamiento.

2.5.1.1. Domo superior.

El domo superior cumple con las siguientes funciones:

Proveer el espacio físico para producir la separación de fase entre la mezcla agua y vapor.

Proveer el espacio físico para alojar todos los elementos de separación necesarios (separadores ciclónicos, separadores primarios, secundarios, etc.) a fin de garantizar la correcta separación de las partículas de agua y sólidos en suspensión de la corriente de vapor.

Proveer un reservorio con el fin de absorber las variaciones del nivel durante los transitorios.

Calentamiento del agua de alimentación que ingresa.

Proveer el espacio físico necesario en donde se pueda mezclar el agua de caldera con productos químicos.

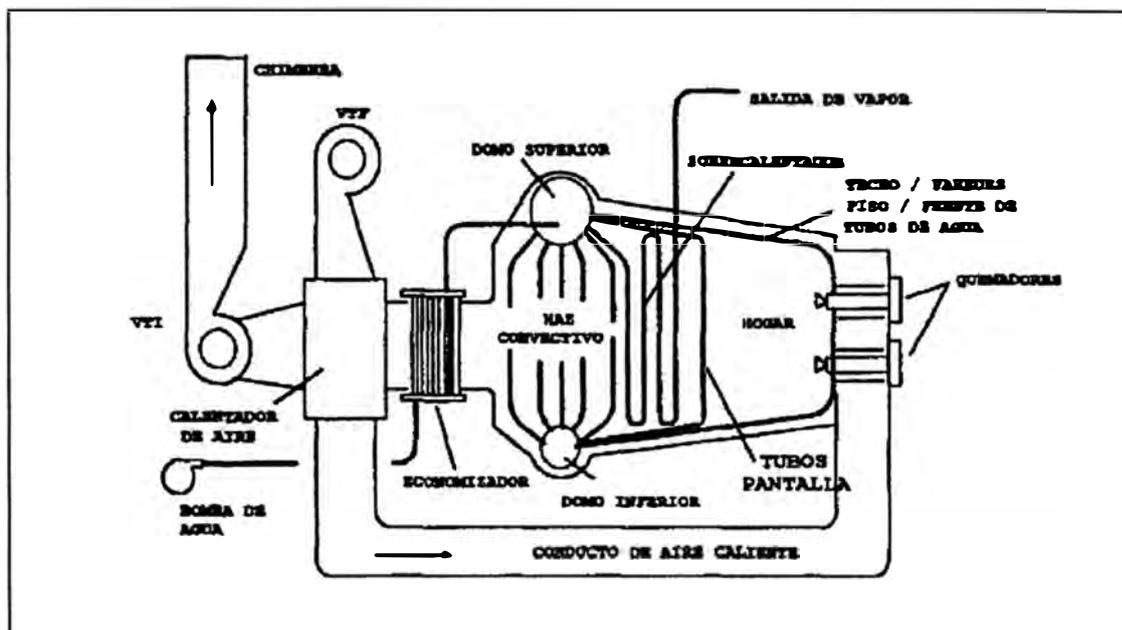


Fig. 2.5 - Caldera acuotubular.

Proveer el espacio físico necesario en donde se pueda efectuar el purgado del agua de caldera.

Vinculo de anclaje mecánico para todos los tubos que ingresan a él.

2.5.1.2. Factores que influyen en el nivel del Domo.

En toda caldera que se encuentre operando, resulta casi obvio que la cantidad de agua que en él ingrese, se equilibra con la cantidad de vapor producido, sumando a este último, las purgas. Este estado de equilibrio tiene como parámetro indicativo al nivel del domo, el cual debe mantenerse en todo momento dentro de una estrecha franja. Si el nivel del domo baja por debajo del nivel de los tubos, estos últimos no serán refrigerados correctamente y en consecuencia aumentaría rápidamente su temperatura, originándose probablemente la rotura de los mismos.

Por el contrario, si este nivel sube demasiado, restaría lugar para que el vapor se separe satisfactoriamente del agua, resultando en el arrastre de agua y sólidos al sobrecalentador y/o equipos.

En el estado de equilibrio es obvio que la masa de agua que ingresa en el domo se iguala a aquella masa de vapor que sale de él, manteniéndose de esta manera un nivel constante. Esto se cumple sólo en los estados de equilibrio entre demanda y producción de la caldera. Pero debido a las variaciones en la demanda y con el fin de alcanzar un nuevo estado de equilibrio, se deberá efectuar una variación de la carga de combustión.

Como es de esperarse, este acomodamiento a un nuevo punto de equilibrio no tiene lugar instantáneamente, sino que existe una demora que depende fundamentalmente y entre otras cosas de la inercia térmica de la caldera, la magnitud de dicha variación y de la respuesta del sistema de control de combustión.

Esta demora resultante es la principal causante de las variaciones de nivel en el domo. Estas variaciones pueden minimizarse implementando controles de nivel que contemplen dichas perturbaciones.

Existe otra perturbación que se le suma a la anterior, es lo que llamamos el fenómeno del falso nivel e incide de manera negativa sobre el comportamiento del nivel. Aquí nuevamente es la variación en la demanda la que origina dicho fenómeno.

Si tomamos por ejemplo una caldera acuotubular que es sometida a un aumento de su demanda, veremos que como resultado de la imposibilidad de responder inmediatamente, la presión del domo disminuye. Esto se debe a que se está consumiendo, durante aquel transitorio, más vapor de lo que se produce. Por lo tanto, es válido considerar a la presión del domo ó la del colector de vapor como indicador indirecto de la demanda del estado de carga de la caldera.

Esta disminución en la presión del domo trae aparejado que las condiciones operativas dentro de la caldera cambien hasta alcanzar un nuevo estado de saturación. Tanto el agua como las burbujas de vapor dentro del domo y tubos, que se encontraban en su estado de saturación antes del desequilibrio, sufren aumentos en su volumen específico. Debido a esto, la masa de agua en estado de saturación libera, sin el agregado de aporte térmico alguno, burbujas de vapor, (efecto flash), hasta alcanzar un nuevo estado de saturación y por otro lado las dimensiones de las burbujas de vapor existentes aumentan de tamaño.

El resultado de estos fenómenos se traduce en el desplazamiento de mayor masa de agua, aumentando en consecuencia el volumen de la mezcla agua/vapor, arrojando como resultado un aumento de la cota real de nivel.

Pero es lógico pensar que un aumento en la demanda de vapor debería ir acompañado de una disminución real del nivel de domo. Pero debido al efecto del falso nivel es probable que un sistema de control de nivel que no contemple de antemano estos fenómenos, detecte un nivel correcto o lo que es peor aún, un nivel alto, tomando las acciones correctivas inversas a lo que debería tomar, ya que restringiría la válvula de alimentación de agua cuando lo que en realidad se necesita es un aumento de esta última.

Exactamente lo inverso sucede cuando se produce una disminución en la demanda de vapor, pudiendo aplicarse el mismo criterio de análisis que en el caso de un aumento en la demanda.

2.5.1.3. Haz Convectivo.

El haz convectivo es el sector en donde se lleva a cabo gran parte de la transformación de agua en vapor. Esto implica que la temperatura de la mezcla agua/vapor que circula dentro de sus tubos, es la correspondiente a la de saturación a la presión del domo. En esta sección, la forma de transferencia de calor que predomina es la convección, pues los gases transfieren su calor progresivamente 'por convección en la medida que atraviesan las sucesivas filas de tubos.

Para aquellas calderas provistas de sobrecalentador, es común que este último se encuentre protegido por una pantalla de tubos perteneciente al haz convectivo. Esta pantalla protege al sobrecalentador de las altas temperaturas de metal como así también del ensuciamiento.

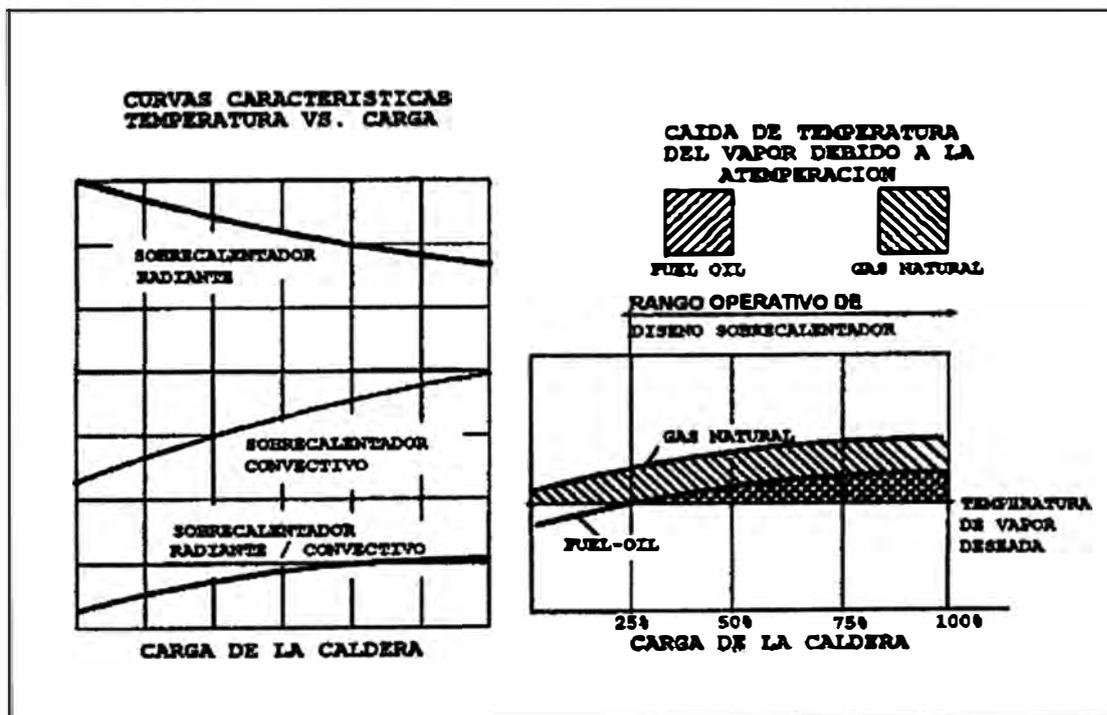


Fig. 2.6 - Comportamiento de la temperatura del vapor en función del estado de carga de la caldera.

2.5.1.4. Hogar.

El medio de transferencia de calor que caracteriza a este sector es, sin lugar a dudas, la radiación. Este recinto se caracteriza por el hecho de tener la mayor superficie expuesta posible a la radiación luminosa.

Es netamente un recinto delimitado por paredes, techo y piso de agua. Estas últimas están compuestas por tubos unidos entre sí por una membrana metálica, más conocidos como paredes membrana o paredes de agua. En ellas, a igual que en el haz convectivo, es en donde se produce el cambio de estado agua en vapor, o sea que la temperatura de la mezcla que circula dentro de éstos, es la correspondiente a la de saturación a la presión del domo. Las tres funciones más importantes que tiene un hogar desde el punto de vista de la combustión son:

- a) Proveer el espacio necesario para acomodar la llama, sin que ésta toque los tubos. De no evitar esto, se corre el riesgo de la extinción anticipada de los extremos de la llama que entran en contacto con los tubos, ya que estos últimos están a mucho menor temperatura que la llama. Este fenómeno se exterioriza mediante la emisión de humos, producto de una combustión incompleta.
- b) Mantener la temperatura de la llama y de los gases lo más alta posible durante el tiempo necesario con la finalidad de que la combustión se complete sin humos ó cenizas.
- c) Proveer un recinto hermético que evite las fugas de gases (hogar presurizado) ó entrada de aire ajeno a la combustión (hogar sub-presurizado).

2.5.1.5. Sobrecalentador.

La función del sobrecalentador es la de elevar la temperatura de vapor por encima de la de saturación a la presión de domo. Existen varios motivos para realizar esto:

- a) Una ventaja se debe a la ganancia termodinámica que implica trabajar con un fluido con mayor entalpía. Dicha ganancia atribuible al aumento de entalpía es de aproximadamente un 3 % por cada 50°C de sobrecalentado, dependiendo esto último de la presión y de la temperatura.
- b) Si el vapor ha de ser utilizado para alimentación de máquinas rotantes, es indispensable asegurar el secado total de este antes de ingresar a la turbina. Además, el vapor sobrecalentado posee mucho menor tendencia a condensarse en las últimas etapas de la turbina que utilizando vapor saturado.

Los sobrecalentadores pueden clasificarse en dos grandes grupos que dependen de las ubicaciones de estos dentro de la caldera y de cómo están diseñados. Estos grupos se pueden clasificar en: convectivos, radiantes o la combinación de ambos. Es importante esta clasificación, pues el comportamiento de la temperatura del vapor en función del estado de carga de la caldera, es sustancialmente diferente. (Ver Fig. 2.6).

Los sobrecalentadores convectivos están ubicados dentro de la zona convectiva de la caldera y en consecuencia no están expuestos a la radiación directa.

Se caracterizan por estar compuestos por varias filas de serpentinas una detrás de la otra, de manera tal que los gases transfieran su calor progresivamente a medida que pasan a través de ellas. En este tipo de sección, la temperatura del vapor aumenta a medida que el estado de carga lo hace. Este fenómeno se debe en gran parte a que el flujo másico de gases aumenta con mayor intensidad que el flujo másico del vapor que circula dentro de los tubos y por otro lado existe una mejora en los coeficientes de transferencia de calor, debido a los aumentos de estos flujos.

Los sobrecalentadores radiantes están ubicados en el hogar, de manera tal que están expuestos directamente a la radiación. Se caracterizan por estar compuestos de una serpentina totalmente plana, cuya superficie está expuesta a la radiación luminosa. En este tipo de sobrecalentador, la temperatura del vapor disminuye a medida que aumenta el estado de carga de la caldera. Esto último se debe al aumento del índice de absorción de las paredes de agua del hogar a medida que la carga de la caldera aumenta, dejando cada vez menos calor disponible para este tipo de sobrecalentador.

Los sobrecalentadores convectivos/radiantes utilizan la combinación de ambos tipos de superficie, (radiantes y convectivos), por lo que la curva característica temperatura de vapor versus estado de carga resultante, es en realidad una composición de sus respectivas curvas. La particularidad de esta superficie es la de mantener la temperatura del vapor prácticamente constante a través de un amplio rango de carga de la caldera. Esto reduce y en algunos casos elimina la necesidad de atemperación, facilitando de este modo el control de la temperatura.

2.5.1.6. Factores que influyen en la temperatura de vapor sobrecalentado.

Una regulación precisa en la temperatura del vapor sobrecalentado a la salida de la caldera es fundamental. Esta temperatura tiende a variar debido a cambios en las condiciones de operación tales como: exceso de aire, temperatura de agua de alimentación, tipo de combustible y ensuciamiento de las superficies de calefacción.

El exceso de aire provoca comportamientos muy diferentes, dependiendo si el sobrecalentador es radiante, convectivo ó combinación de ambos.

En un sobrecalentador convectivo, un aumento en la masa de aire provoca un aumento en la temperatura del vapor. Esto se debe a que el aumento del flujo másico de gases a través de la superficie convectiva mejora por un lado la conductividad de la película lado gases y

por el otro aumenta la cantidad de calor absorbido, ya que este último es proporcional al flujo másico de gases.

En las superficies radiantes sucede lo contrario, o sea que el aumento en la masa de aire provoca un descenso de la temperatura del vapor. Esto se debe a que la masa de aire excedente enfría los gases del hogar, reduciendo de esta manera a la cuarta potencia el calor irradiado por la llama y por consiguiente el absorbido por este tipo de sobrecalentador.

Las variaciones en la temperatura del agua de alimentación producen cambios en la temperatura del vapor sobrecalentado. Un aumento en la temperatura del agua de alimentación implica una mejora de su entalpía y por lo tanto una disminución real del consumo de combustible resultando en consecuencia la inyección de menor cantidad de aire. Esto último trae aparejado una disminución de la masa de gases y en consecuencia se cumple de forma similar lo expuesto más arriba.

Los cambios en los tipos de combustibles afectan bastante a la temperatura del vapor sobrecalentado, ya que las características de cada combustible, como por ejemplo: su poder calorífico, exceso de aire, contenido de humedad, poder radiante, ensuciamiento, etc., varían entre ellos.

Los combustibles orgánicos líquidos, como por ejemplo el fuel oil, al ser quemados en el hogar, emiten una radiación luminosa muy intensa. En cambio, los combustibles gaseosos, como por ejemplo el gas natural, emiten poca luminosidad.

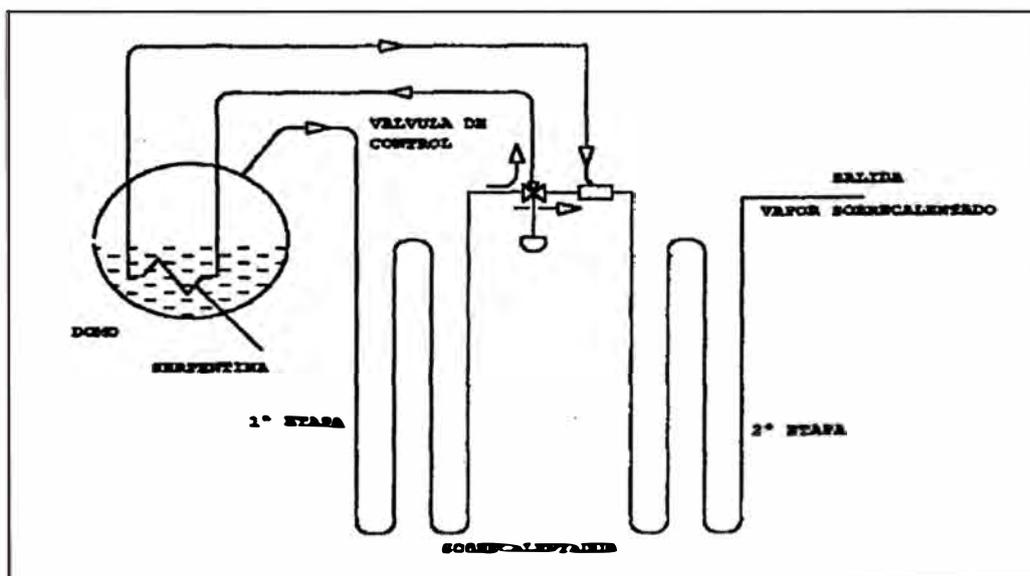


Fig. 2.7 – Atemperación directa por contacto indirecto

La temperatura de gases a la entrada, por ejemplo de un sobrecalentador radiante convectivo quemando fuel oil, será inferior que si quemamos gas natural en las mismas condiciones. Esto se debe a que las paredes de agua del hogar absorben gran parte del calor por radiación luminosa proveniente de la combustión del fuel oil, dejando poca carga térmica disponible para el sobrecalentador. Lo contrario sucede con el gas natural. En resumen, la temperatura del vapor sobrecalentado disminuye cuando se quema combustibles con alto poder de emisión luminosa.

Por otro lado existe el hecho de que cada combustible tiene asociado un exceso de aire correspondiente y por lo tanto flujos máxicos de gases diferentes. En consecuencia, se cumple de manera similar lo expuesto más arriba relativo a las variaciones de temperatura del vapor producto de los cambios en el exceso de aire.

2.5.1.7. Atemperación.

Cuando se diseña un sobrecalentador, se deberá tener en cuenta si ha de trabajar a diferentes estados de carga y/o si ha de quemar diferentes combustibles. Tomemos por ejemplo el caso de una caldera, provista de un sobrecalentador del tipo radiante/convectivo; que ha de trabajar quemando fuel oil ó gas natural, (ver Fig. 2.6), con estados de carga que parten desde el 25% del estado de carga de diseño y cuya temperatura de vapor sobrecalentado deba mantenerse constante en todo momento e igual al valor deseado. La superficie del sobrecalentador se diseñará basándose en los parámetros de menor performance posible o sea trabajando al 25% del estado de carga y al mismo tiempo quemando fuel oil. En este régimen se pretende que la temperatura del vapor sobrecalentado sea la solicitada.

Se hace evidente que 'la cantidad de superficie instalada se encuentra muy por encima de la necesaria, ya que en cuanto comience a aumentar el estado de carga, comenzará a aumentar la temperatura del vapor por sobre la deseada. Por otro lado, si quemamos gas natural en vez de fuel oil, llegaremos a obtener temperaturas probablemente demasiado altas para el propio diseño de los materiales de los tubos del sobrecalentador ó en su defecto para equipos aguas abajo del mismo. Aquí es donde tiene lugar la atemperación, que básicamente consta de un sistema cuya finalidad es la de bajar la temperatura del vapor hasta los valores deseados.

Existen varios métodos que permiten lograr estos la atemperación indirecta ó directa

2.5.1.8. Atemperación indirecta.

La atemperación indirecta del vapor sobrecalentado se basa en producir modificaciones de las condiciones lado gases. Una manera es: modificar la orientación de los quemadores, que en otras palabras implica una mayor ó menor incidencia de la radiación luminosa sobre el sobrecalentador. El mismo efecto se obtiene apagando algunos quemadores.

Otra forma de reducir la temperatura del vapor es aumentando el aire primario o sea el exceso de aire en la combustión ó diluyendo con aire secundario lo que provoca un enfriamiento de estos. Estos métodos no son aconsejables pues atentan contra la eficiencia de la unidad, ya que gran parte del calor se transfiere al aire en exceso y no cumple ningún papel en la combustión.

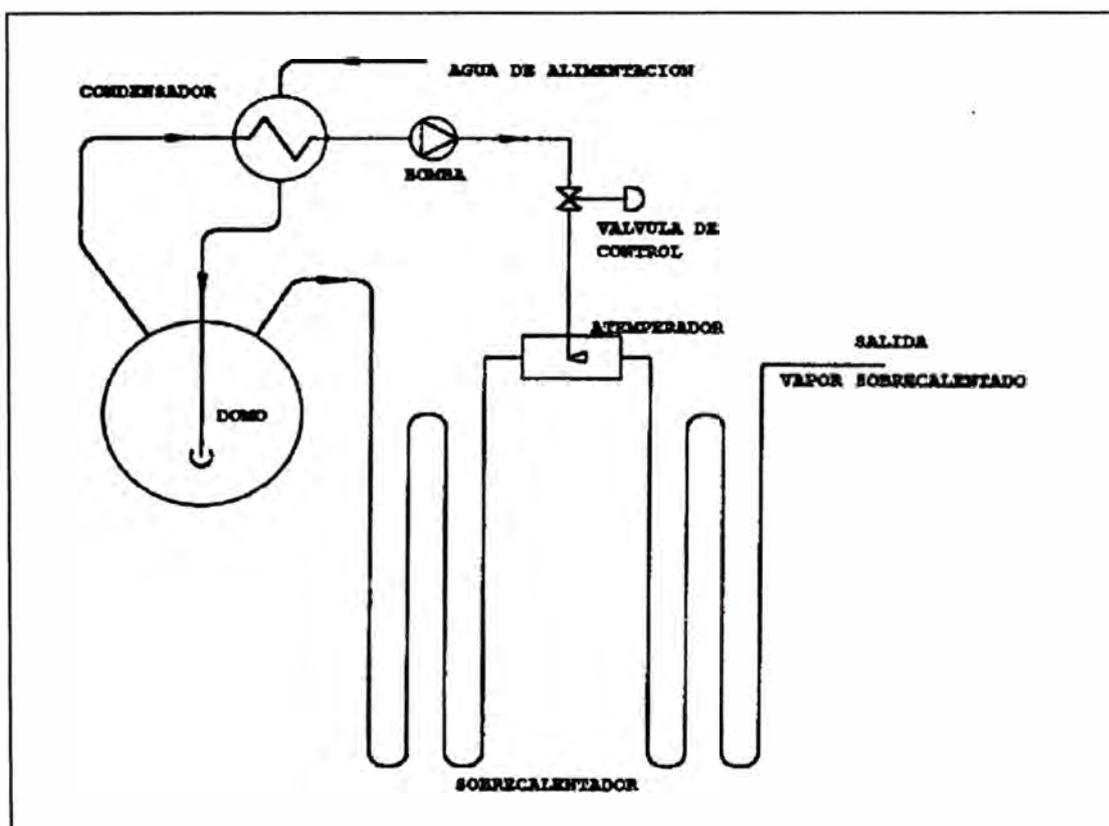


Fig. 2.8 – Atemperación directa por inyección de agua.

Otros métodos contemplan tanto el uso de dampers by-pass que desvían parcialmente los gases, como así también la utilización de técnicas con recirculación de gases calientes. Estos últimos dos métodos son los más aconsejables desde el punto de vista del rendimiento de la unidad, pero poseen el inconveniente del gran costo del equipamiento asociado.

2.5.1.9. Atemperación directa

Este método se basa en la disminución de la temperatura del vapor sobrecalentado por medio del intercambio térmico por contacto directo o indirecto del vapor con otro fluido de menor temperatura.

Uno de los métodos utilizados de contacto indirecto, Fig. 2.7, se basa en el intercambio indirecto de calor proveniente de una parte del vapor sobrecalentado con el agua de domo. Este método contempla el uso de una válvula de tres vías que desvía parte del vapor del sobrecalentador, proveniente de una primera etapa del sobrecalentador, hacia una serpentina sumergida dentro del domo. Una vez enfriada, dicha masa es nuevamente mezclada con la corriente de vapor principal. Este método posee menor velocidad de respuesta que el de inyección directa de agua.

El método universalmente de mayor utilización se basa en la inyección directa de agua dentro de la corriente de vapor sobrecalentado, Fig. 2.8. Este circuito se caracteriza por contar con una rápida respuesta ante las variaciones de temperatura. Por otro lado, la desventaja de este método radica en la necesidad imperiosa de inyectar agua con una pureza tal que no contamine al vapor sobrecalentado entre dos etapas sucesivas de sobrecalentamiento. A tal fin, el sistema generalmente contempla la incorporación de un condensador de casco y tubos y una bomba que eleva la presión del condensado de vapor saturado proveniente del domo de modo tal que éste pueda ser utilizado para la inyección.

2.5.1.10. Quemadores.

El quemador es el principal componente del circuito de combustión para calderas que queman combustibles líquidos y/o gaseosos y en casos muy particulares combustibles sólidos. Sus funciones más importantes contemplan las siguientes:

a) Mezclado del aire con el combustible.

No debemos confundir al aire que se mezcla con el combustible dentro o en el quemador, con el que ingresa al hogar a través de otros pasajes y que no interviene en la combustión. Al primero se lo denomina aire primario y es aquel que interviene directamente en la combustión; en cambio el otro se denomina aire secundario y sólo se diluye con los gases de combustión, enfriando los mismos.

b) Atomizado del combustible líquido.

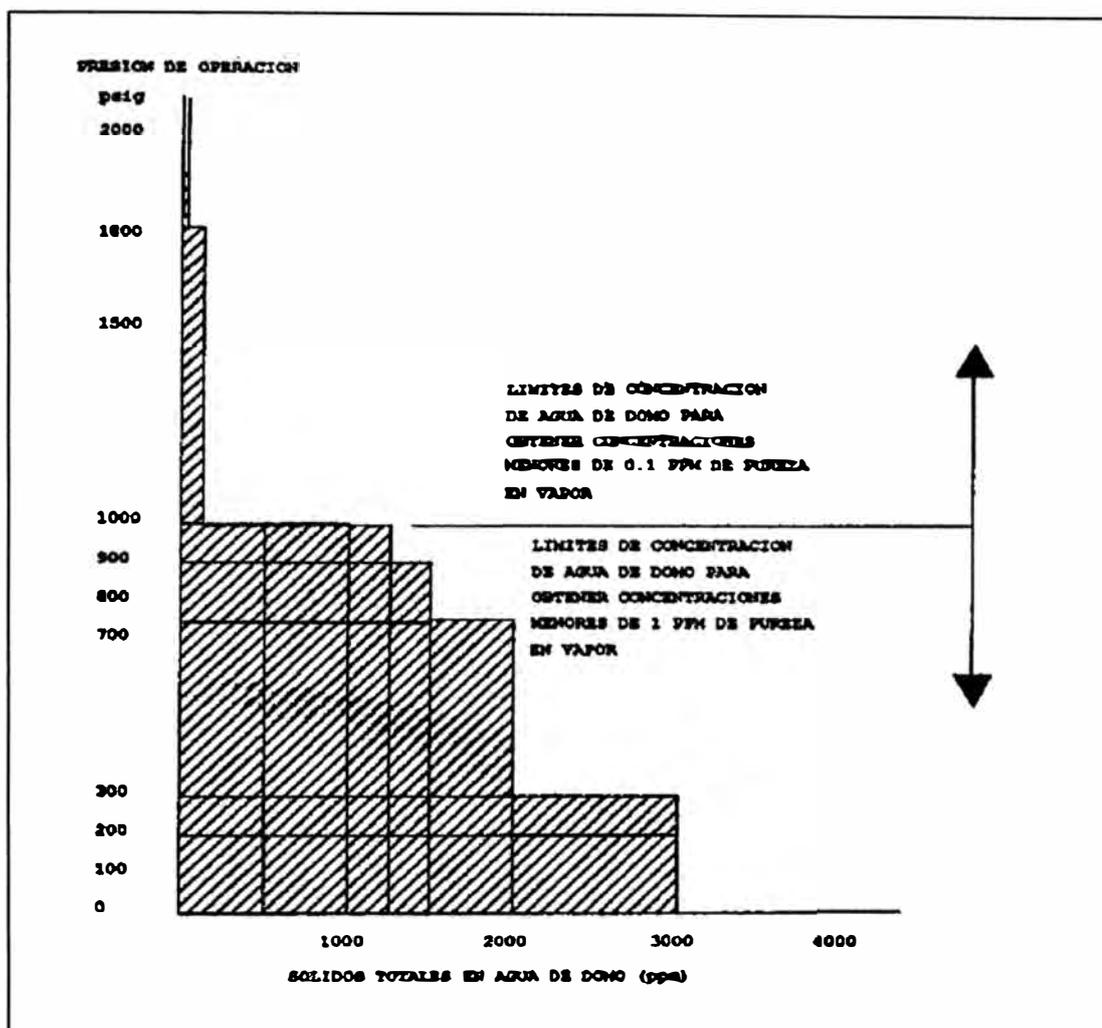


Fig. 2.9 – Concentración de sólidos totales en el vapor.

c) Proveer una ignición continua de la mezcla aire/combustible cuyas características más importantes se explican a continuación.

2.5.1.11. Turndown ratio.

El turndown ratio de un quemador es la relación del máximo respecto al mínimo estado de carga, a través del cual la combustión se considera satisfactoria. Esta característica debe ir acompañada de las diferentes relaciones aire/combustible correspondientes a los distintos estados de carga. A medida que la carga disminuye, la propiedad del mezclado del aire/combustible se degrada, necesitándose en consecuencia una mayor proporción de aire de manera tal de asegurar una combustión completa.

La carga máxima de un quemador está limitada por las dimensiones físicas del mismo y por el fenómeno que se conoce como blow-off de la llama, que es el punto a partir del cual la llama se vuela.

El fenómeno blow-off se produce cuando la velocidad de la mezcla aire/combustible excede la velocidad de propagación de la llama.

A su vez, el punto de mínimo estado de carga de un quemador se caracteriza por el fenómeno que se conoce como flash-back de la llama, que es el punto en donde la llama tiende a interrumpirse. El fenómeno flash-back se produce cuando la velocidad de la mezcla aire/combustible es menor a la velocidad de propagación de la llama.

Generalmente es deseable contar con quemadores con altas relaciones de turndown, a fin de poder trabajar con la caldera a bajo estado de carga y con todos los quemadores en servicio, sin tener que verse obligado a realizar maniobras de apagado progresivo de los mismos.

2.5.1.12. Estabilidad.

Un quemador se considera estable cuando es capaz de mantener por sí mismo la combustión, con relaciones normales de aire/combustible, aún con el hogar frío y sin el auxilio de una llama piloto.

2.5.1.13. Forma de la llama.

Otra característica de diseño que diferencia a los quemadores entre sí es la forma geométrica según la cual se desarrolla la llama. Su forma básicamente se puede asemejar a la de un cono cuyo diámetro aumenta a medida que la llama se aleja del quemador. La longitud de este cono es de vital importancia, pues esta no debe tocar a la serie de tubos enfrentados a él. A su vez, su diámetro debe ser tal que no toque a los tubos pertenecientes a las paredes laterales, piso o techo.

Los factores que afectan dicha forma básicamente dependen del diseño del quemador, pero pueden variar tanto debido a variaciones en la presión del combustible como en la presión de atomización.

2.5.1.14. Atomización.

Con el fin de obtener una mezcla íntima entre el aire de combustión y el combustible de manera de asegurar una combustión completa y rápida, se hace necesario fragmentar al combustible en pequeñas partículas de manera tal que exponga la mayor superficie de contacto posible con el aire. La atomización es un trabajo mecánico que exige energía, no sólo para vencer el efecto de la tensión superficial, sino para comunicar al combustible una energía cinética tal que proyecte a estas partículas dentro de la cámara de combustión.

Los combustibles gaseosos no necesitan atomizarse por encontrarse ya en aquel estado. Pero sí los combustibles líquidos como por ejemplo el fuel oil, diesel oil, gas oil, etc.

Existen dos formas de efectuar dicha atomización: asistida por vapor (o aire) y por medios mecánicos.

La atomización asistida por vapor o aire, es el método más eficiente ya que produce emulsiones de vapor-combustible (o aire-combustible), las cuales al ingresar al hogar producen una rápida fragmentación del combustible, esto último debido a la violenta expansión del vapor (o del aire) dentro del hogar. El vapor (o aire) utilizado para esto, debe estar seco, pues la humedad causa pulsaciones en la llama, motivo por el cual puede tender a extinguirse. La mezcla se realiza en unas pastillas especiales que se encuentran en la punta del quemador.

En cambio, la atomización mecánica utiliza la misma presión del combustible que al pasar por unos orificios ubicados en el quemador produce un spray fino en forma de cono. La presión de bombeo requerida para este método es muy superior a la requerida por el método asistido por vapor (o aire). La atomización se realiza en unas pastillas que se encuentran en la punta del quemador.

Otra forma de atomización de combustibles líquidos, es mediante el uso de quemadores de copa rotativa. La copa o vaso tiene una alimentación central de combustible y gira sobre su eje a alta velocidad. El fluido aumenta su velocidad axial a medida que avanza hacia el borde de la copa llegando a este borde como una delgada capa. El combustible sale de la copa formando una delgada membrana líquida en forma de paraboloides de revolución que es sometida al soplado de un ventilador axial rompiéndose en hilos que toman la forma de gotas por efecto de la tensión superficial.

2.6. Acondicionamiento del agua de alimentación.

2.6.1. Generalidades.

La vida útil de una caldera y sus auxiliares, está estrechamente relacionada con el correcto acondicionamiento del agua. El agua de alimentación de caldera generalmente contiene sólidos disueltos o en suspensión en mayor o menor grado, dependiendo de los tratamientos previos a los cuales fuera sometido. El vapor generado, producto de este agua y antes de abandonar al domo, es sometido a una serie de separadores cuya finalidad es la de separar estos compuestos, obteniendo finalmente vapor prácticamente puro. Estos sólidos, que han sido dejados atrás, nuevamente se mezclan con el agua del domo aumentando cada vez más su concentración. Si esta excede los límites de solubilidad se producirá su precipitación. Esta es comúnmente cristalina por naturaleza y posee la

particularidad de fijarse en forma de cáscara a las superficies metálicas de las paredes de los tubos.

Químicamente, estas cáscaras consisten en compuestos insolubles de calcio y magnesio, presentándose algunas veces cementado dentro de una masa muy dura de óxidos de silicio. Bajo condiciones severas de presión y temperatura, éstas pueden estar constituidas total o parcialmente de complejos silicatos y óxidos de hierro o cobre. El aumento en la presión o la temperatura aceleran drásticamente la formación de estas.

Debido a esto último, en aquellas calderas con presiones de operación superiores a los 70 Kg/cm², se hace crítico un estricto control tanto de la pureza del vapor como de la concentración del agua del domo. La concentración de sólidos en el vapor a estas presiones va desde 0.1 ppm (0.1 Kg de sólidos en un millón de Kg de agua), para presiones desde los 70-160 Kg/cm², no debiendo exceder los 0.05 ppm para equipos que superan los 160 Kg/cm². S

Sin bien en las calderas con presiones de operación menores de 70Kg/cm² no son necesarios controles tan estrechos, se hace igualmente importante mantenerla concentración máxima de sólidos totales en el vapor por lo general en valores menores a 1 ppm. (Ver Figura 2.9)

Recordemos que en los puntos anteriores en el cual se hizo una descripción del análisis de la transferencia de calor a través de un tubo. En él se describió cómo afectaba la conductividad térmica a la temperatura de metal. Imaginemos por ejemplo si interponemos a la película agua/vapor una capa compuesta por carbonatos de calcio. Como la conductividad térmica de esta capa es mucho menor que la del agua/vapor, la conductividad resultante será muy baja, por lo que esta cáscara formará una suerte de escudo térmico. El resultado de esto es un aumento considerable y localizado de temperatura de metal del tubo, ya que esta zona no se está refrigerando como corresponde. Por consiguiente, si se supera la temperatura de diseño a aquella presión, se producirá indefectiblemente la rotura del mismo.

Con la finalidad de disminuir la precipitación de estas sales se debe realizar las siguientes operaciones:

a) Pre-tratamiento del agua de alimentación.

En esta etapa se elimina o se reduce los compuestos de calcio, magnesio o sílice antes de que éstos lleguen al domo. Las cantidades de sólidos totales en el vapor no sólo dependen de la eficiencia de los separadores y de la concentración del agua del domo, sino que

dependen fuertemente de la concentración de sólidos en el agua de alimentación que en él ingresa.

b) Tratamiento dentro del domo.

Mediante la inyección de productos químicos al mismo se logra la precipitación de los compuestos de calcio y magnesio de tal manera que formen barros o se mantengan en solución pudiendo ser fácilmente extraídos mediante las purgas.

c) Purga continua.

Por último, mediante la extracción continua de una determinada proporción de agua de domo, se logra reducir la concentración de sólidos en este medio. La cantidad de agua de la purga continua puede inferirse y controlarse automáticamente mediante la medición de la conductividad de agua en el domo (medida en ppm), controlando de este modo la cantidad de agua a purgar mediante el uso de una válvula de control.

2.6.2. Factores que afectan la corrosión de los tubos.

La corrosión dentro del circuito lado agua de una caldera ocurre si están presentes algunas de estas condiciones:

a) Cuando la alcalinidad del agua se encuentre muy baja (entre 5 y 7 pH). Este ataque se caracteriza por la pérdida de material en una amplia zona. Se combate neutralizando dicha acidez.

b) Cuando existe, dentro del agua de caldera, la presencia de oxígeno disuelto, dióxido de carbono o algún otro gas corrosivo. Este ataque se caracteriza por la pérdida de material, que se exterioriza como un gran número de pequeños pozos. Se combate eliminando los gases disueltos mediante el uso de desaeradores y con el auxilio de agentes químicos.

2.7. Combustión.

2.7.1. Fundamentos básicos de la combustión.

Básicamente se define como combustión al proceso de quemado de un determinado combustible. Desde el punto de vista químico se refiere a la reacción química de la oxidación de un combustible en presencia de oxígeno, resultando de ésta una fuerte liberación de calor y en la gran mayoría de los casos radiación luminosa. Esta reacción se auto-sustenta a partir de cierta temperatura.

Para que dé comienzo una combustión se le deberá suministrar a la mezcla aire-combustible energía proveniente de una fuente externa, de manera tal que eleve la temperatura en algún punto de su masa por encima de un determinado valor. A este valor se lo denomina temperatura de inflamación.

Una vez iniciado el proceso de combustión, éste se propagará de una molécula a otra, generando por sí solo (en condiciones normales) la energía necesaria para elevar el resto de su masa a la temperatura de inflamación, sin la necesidad de aportes energéticos externos. Este proceso prevalecerá mientras el calor proveniente de la reacción sea mayor que el cedido al medio que lo rodea.

La mayoría de los combustibles utilizados en la industria, están compuestos fundamentalmente por carbón, hidrógeno y pequeñas cantidades de azufre. Como resultado de la combustión de estos tres elementos básicos se obtienen las siguientes reacciones:

carbón (C) + oxígeno (O₂) → dióxido de carbono (CO₂) + calor

hidrógeno (H₂) + oxígeno (O₂) → vapor de agua (H₂O) + calor

azufre (S) + oxígeno (O₂) → dióxido de azufre (SO₂) + calor

Cuando la combustión se realiza en laboratorio utilizando proporciones exactas de mezcla combustible/oxígeno, obtenemos como productos de la combustión solamente dióxido de carbono, vapor de agua y dióxido de azufre (si hay azufre presente). En este tipo de ensayo de laboratorio se obtiene lo que llamaremos: combustión perfecta o estequiométrica.

La máxima temperatura de llama para un determinado combustible se obtiene mediante una combustión perfecta. Si utilizamos más oxígeno del requerido para una combustión perfecta, este exceso no reaccionará en la combustión, reduciendo la temperatura de llama, y en consecuencia este exceso aparecerá como producto final de la combustión. En cambio, si la combustión se realiza con menor porcentaje de oxígeno de lo necesario, aparecerán como productos de la combustión, sumados a los nombrados anteriormente: monóxido de carbono (CO), hidrógeno gaseoso (H₂), compuestos hidrocarburos (C_xH_y), sulfhídrico (H₂S) y carbón (C).

Estos compuestos son el resultado de una combustión imperfecta e incompleta y producen contaminación ambiental.

2.7.2. Combustibles.

En las calderas se puede quemar una gran variedad de combustibles que van desde gas natural hasta materiales de desecho. Pero sin embargo son tres los combustibles más importantes a nivel industrial: gas natural, fuel oil y carbón.

Las calderas que queman combustibles líquidos y/o gaseosos generalmente trabajan con presiones dentro del hogar por encima de la atmosférica. Poseen un ventilador de tiro forzado que inyecta aire a los quemadores. A este tipo de circuito aire-gases se lo denomina de hogar presurizado.

En cambio, en las calderas que queman combustibles sólidos, las presiones dentro del hogar se encuentran por lo general por debajo de la atmosférica. Poseen un ventilador de tiro forzado que inyecta aire a los quemadores y otro de tiro forzado, antes de la chimenea, que es el responsable de producir la presión sub-atmosférica dentro del hogar. A este tipo de circuito aire-gases se lo denomina de tiro balanceado.

2.7.3. Quemado de combustibles gaseosos.

Los combustibles gaseosos más utilizados incluyen gas natural, gas de alto horno, gas de refinería, butano, propano, etc. Estos combustibles son fáciles de quemar pues ya se encuentran vaporizados y sólo requieren ser mezclados con el aire en las proporciones adecuadas.

El quemado de estos combustibles no produce tanto ensuciamiento de las superficies térmicas como el caso del quemado de líquidos o sólidos.

2.7.4. Quemado de combustibles líquidos.

Los combustibles líquidos más utilizados son el fuel oil, gas oil, diesel oil, tar, alquitrán, etc. Estos combustibles deben ser atomizados por alguno de los métodos que ya se han mencionado.

El petróleo D-6 es el más utilizado entre los combustibles líquidos. Pero éste, a la temperatura ambiente, se hace demasiado viscoso para ser bombeado y transportado por cañerías. Por tal motivo se lo debe calentar y filtrar previo al quemado.

Las pastillas de atomización para el quemado de estos combustibles se diseñan en base a un rango preestablecido de viscosidad. Si el precalentado es muy alto, la viscosidad del petróleo disminuirá por debajo de lo recomendado causando pulsaciones ruidosas e inestabilidad de la llama. Por lo contrario, si la temperatura de calentamiento es demasiado baja, la viscosidad será más alta de la recomendada y traerá aparejado una atomización incorrecta con desprendimiento de partículas demasiado grandes para poder quemarse completamente, resultando en la formación de cenizas.

Las cenizas de los combustibles fósiles pueden contener azufre, trazas de metal como ser níquel, sodio y vanadio. El contenido de estos elementos no debe tomarse a la ligera, pues son potenciales causantes del ensuciamiento, depósitos y problemas de corrosión de los tubos.

2.7.5. Quemado de combustibles sólidos.

Algunos de los combustibles sólidos más utilizados son: carbón, turba, madera, girasol, bagazo, desperdicios, etc. Los combustibles sólidos necesitan mayores tiempos y espacios

para que se desarrolle la combustión completamente. Esta es una de las razones principales de la desmedida proporción en el volumen del hogar, para aquellas calderas que queman sólidos, si lo comparamos con aquellas de la misma producción pero para combustibles líquidos o gaseosos.

Existen quemadores especialmente diseñados para quemar carbón finamente pulverizado en suspensión con aire, pero para ello se debe previamente preparar el combustible, pulverizándolo externamente con maquinaria pesada.

En la generalidad de las aplicaciones se queman fragmentos pequeños. Estos se arrojan mediante el uso de esparcidores o cintas transportadoras sobre el piso del hogar "grilla" sobre el cual se produce la combustión. En estos casos se le inyecta aire primario desde la parte inferior del piso y aire secundario a presión desde los laterales del hogar. En este tipo de calderas encontraremos diferentes clases de mecanismos que posibilitan eliminar en forma manual o automáticamente, las cenizas que se depositan sobre la grilla.

Otro método consiste en utilizar hogares ciclónicos, en los cuales se inyectan de forma tangencial los fragmentos de combustible en suspensión con aire, aprovechando de esta forma la característica inherente del movimiento en tirabuzón, lo que retarda el quemado de dicho combustible.

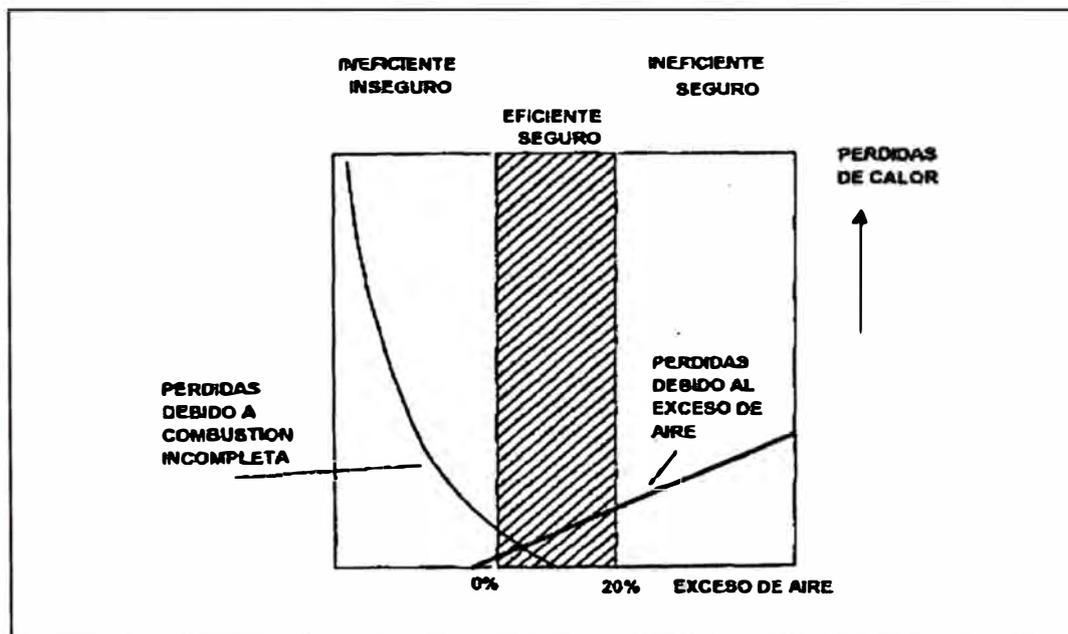


Fig. 2.10 Incidencia del exceso de aire sobre el rendimiento y las condiciones de seguridad de una caldera.

2.7.6. Aire atmosférico.

El oxígeno requerido para la combustión proviene del aire atmosférico que está compuesto por una mezcla de oxígeno, nitrógeno y pequeñas proporciones de dióxido de carbono, vapor de agua, argón y otros gases inertes. Desde el punto de vista de la combustión, el aire seco está compuesto en peso por 23.15% de oxígeno (O_2) y 76.85 % de nitrógeno (N_2). Como resultado de esto y para proveer a la combustión de 1 Kg de oxígeno, tendremos que suministrar 4.32 Kg de aire seco de los cuales 3.32 Kg corresponden al nitrógeno y gases inertes.

El nitrógeno prácticamente no interviene en la reacción de combustión, pero posee mucho peso respecto a la eficiencia de la caldera. Sucede que parte del calor proveniente de la combustión es utilizado para calentar al nitrógeno, que se escapará por la chimenea a la misma temperatura que el resto de los gases de combustión sin aporte energético alguno. Esto último se traduce en menores temperaturas de llama, si es comparado con las temperaturas de llama que se obtendrían utilizando oxígeno puro.

Se denomina aire teórico a la cantidad de aire a suministrar de manera tal de obtener una combustión perfecta. Cabe mencionar que existe un valor de aire teórico distinto para cada combustible, que dependerá de la composición química del mismo.

2.7.7. Exceso de aire.

La combustión en equipos reales ocurre en tiempo y volúmenes limitados. Si se pretende que la combustión sea completa (combustión perfecta), hemos de tener en cuenta que cada molécula de combustible se combine con su correspondiente de aire. Es obvio que esto no puede realizarse dentro de un equipo térmico real. Pero si a las moléculas de combustible le ofrecemos un excedente en aire, aumentaremos la probabilidad de que se combinen todas las moléculas de dicho combustible. También se hace evidente que este excedente de aire no formará parte de la reacción. A esta cantidad de aire por encima de la teórica se la denomina exceso de aire.

Asimismo este exceso, a pesar de atentar contra el rendimiento de la caldera, es de vital importancia en lo que a seguridad se refiere. Se hace indispensable contar con un aumento de éste durante los períodos transitorios debido a variaciones del estado de carga. Como se desprende de la Fig.2.10, estaremos en presencia de una mezcla peligrosa dentro del hogar si en algún momento se baja del 0% de exceso de aire.

2.7.8. Exceso de aire vs. monóxido de carbono.

De lo expuesto arriba parece obvio que se debería limitar al mínimo el exceso de aire, pero al disminuir éste, comenzará a aparecer monóxido de carbono (CO), índice de una combustión incompleta.

Además del aspecto contaminante del CO, está la relación con el rendimiento de la combustión, pues el calor liberado por la reacción: $2C + O_2 \rightarrow 2CO$, representa sólo la tercera parte del que se podría obtener si todo el carbono se hubiese convertido en CO₂. Pero en la práctica no es técnicamente posible operar un quemador con 0% de CO en los gases de combustión.

Por ejemplo quemando gas natural, los niveles de CO pueden en algunos casos reducirse hasta alrededor de 0.004% en peso, dependiendo del exceso de aire, de la configuración del quemador y del tamaño del hogar, pero este valor nunca llega a ser cero. Las relaciones pueden resumirse en dos:

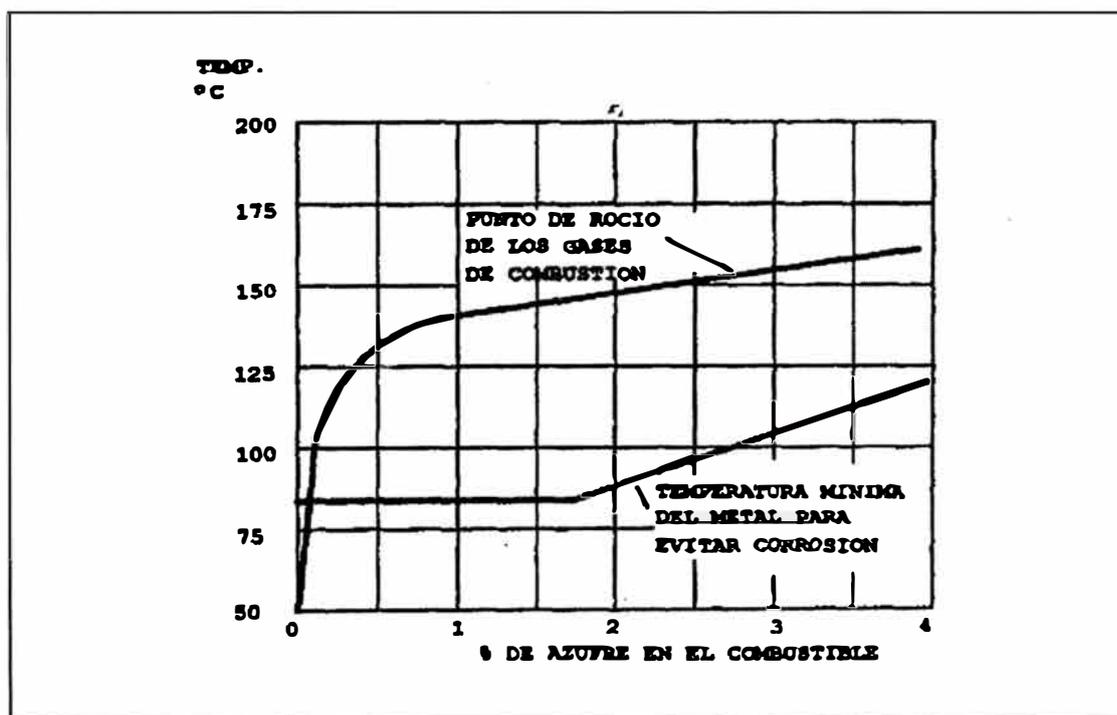


Fig. 2.11 – Temperatura de gases de combustión vs. % de Azufre

- A menor exceso de aire, mayor producción de CO y viceversa.
- A mayor volumen de hogar (mayor distancia entre llama y tubos de agua), menor producción de CO y viceversa.

Como se puede apreciar, los requisitos de bajo O₂ (bajo exceso de aire) y bajo CO son objetivos contradictorios. Se puede tener uno o el otro, pero no ambos al mismo tiempo.

2.7.9. Exceso de aire vs. óxidos de nitrógeno.

En la carrera por obtener los máximos rendimientos posibles de una caldera, se han introducido modificaciones en el diseño del hogar y de sus quemadores, de manera tal que trabajaran con excesos de aire muy reducidos, logrando consecuentemente altas temperaturas de llama. Pero a estas temperaturas, el oxígeno excedente se combina con el nitrógeno proveniente del aire y/o del combustible dando lugar a la formación de grandes cantidades de monóxido de nitrógeno (NO). La oxidación del monóxido de nitrógeno (NO) a dióxido de nitrógeno (NO₂), sólo representa al 10% del total de NO_x producido y tiene lugar en la atmósfera debido a la influencia de la radiación solar. Ambos son considerados contaminantes ambientales. Las altas temperaturas de los gases cumplen el papel de catalizador de dicha reacción. La formación del NO tiene lugar a altos estados de carga, cuando se presentan dos condiciones simultáneamente: alta temperatura y exceso de aire. Los métodos de reducción de NO_x se basan fundamentalmente en controlar la combustión de tal manera que estas dos últimas condiciones no se presenten simultáneamente. Existen varios métodos relacionados con la reducción del NO_x, algunos involucran técnicas de quemado en etapas, nuevos diseños de conjunto hogar/quemadores, aumento en la superficie del hogar, etc. A continuación mencionaremos dos de los métodos más utilizados:

a) La formación del NO_x puede reducirse por medio del pasaje de aire secundario al hogar, disminuyendo la temperatura de los gases a la salida del quemador.

Esta solución, obviamente, trae consigo una disminución en el rendimiento de la caldera, debido al calor que se lleva dicha masa de aire secundario.

b) Otra forma de resolver dicho problema consiste en hacer recircular gases de salida de caldera, mezclándolos con el aire a quemadores. Este método desde el punto de vista del rendimiento es notablemente mejor que el anterior, pero involucra mayor costo de equipamiento y control.

2.7.10. Poder calorífico superior e inferior.

La cantidad de calor neto generado producto de una combustión completa para un combustible determinado es constante y se lo denomina poder calorífico. Se lo puede determinar en laboratorio directamente mediante la medición del calor generado con el auxilio de un calorímetro o estimarlo matemáticamente mediante el análisis químico de la

composición de dicho combustible. Está expresada en Kcal/Kg para combustibles sólidos y líquidos o en Kcal/Nm³ para combustibles gaseosos.

Como fuera mencionado anteriormente, como producto de la combustión del compuesto hidrógeno se obtiene calor y vapor de agua. Este vapor de agua contiene un calor latente de vaporización, que se aprovechará sólo si puede ser intercambiado con el proceso antes de evacuarse a la atmósfera. Para esto deberíamos enfriar los productos de la combustión prácticamente hasta la temperatura de condensación del vapor de agua a la presión atmosférica, con el fin de que este vapor se condense, devolviendo de esta forma su carga térmica al proceso.

Al calor de la combustión que libera un determinado combustible que tiene en cuenta al calor latente de vaporización, se lo denomina Poder Calorífico Superior.

En realidad, los productos de la combustión nunca se enfrían hasta la temperatura de condensación del vapor de agua, sino por lo contrario, se procura evitar toda condensación debido a las propiedades corrosivas de la combinación del H₂O, SO₂ y SO₃ productos de los gases de combustión (Ver Fig. 2.11).

Estos al combinarse forman ácido sulfúrico (H₂SO₄), que se deposita sobre las superficies de los equipos provocando la corrosión de éstos. A esta temperatura límite de condensación del vapor de agua la llamaremos temperatura de rocío. Al calor de la combustión que libera un determinado combustible que no tiene en cuenta dicho calor latente de vaporización se lo denomina Poder Calorífico Inferior.

2.8. Eficiencia de una caldera.

2.8.1. Definición de rendimiento de una caldera.

La definición más sencilla de rendimiento térmico es:

Rendimiento Térmico = Calor Transf. Agua y vapor/Calor útil del combustible

El calor transferido al agua y al vapor es igual al producto del caudal de vapor generado por la diferencia entre la entalpía del vapor que se genera y la del agua que ingresa.

El calor útil del combustible es igual al producto del poder calorífico inferior por el gasto de combustible.

2.8.2. Factores principales que influyen en el rendimiento.

Existen algunos parámetros indicativos que tienen relación directa con la eficiencia de una caldera: análisis de los gases producto de la combustión y la temperatura de salida de gases de chimenea.

Las pérdidas importantes son:

- Pérdidas por gases secos. (~5%).
- Pérdidas por sobrecalentamiento del vapor de agua en los gases. (~1%).
- Pérdidas por combustión incompleta. (~0%).
- Pérdidas por convección y radiación. (~0.5%) Los valores entre paréntesis corresponden a pérdidas en base al poder calorífico inferior, tomados de una caldera acuotubular con calentador de aire, de 120 T/h, 35 Kg/cm², 400°C, quemando gas natural a máxima carga continua.

2.8.3. Análisis de los gases de salida de chimenea.

Las pérdidas más grandes sin lugar a dudas son las correspondientes a los gases secos que se evacuan por la chimenea. Estos gases aún contienen una importante carga térmica que no ha de ser aprovechada.

2.8.4. Estudio de la composición química de los gases de combustión.

La composición que surge del análisis de los gases producto de la combustión se utiliza como indicador para evaluar la eficiencia de la combustión (Ver Fig. 2.12). Por lo general sólo se evalúan aquellos compuestos que intervienen en el cálculo de rendimiento, como ser CO₂, CO, O₂, N₂.

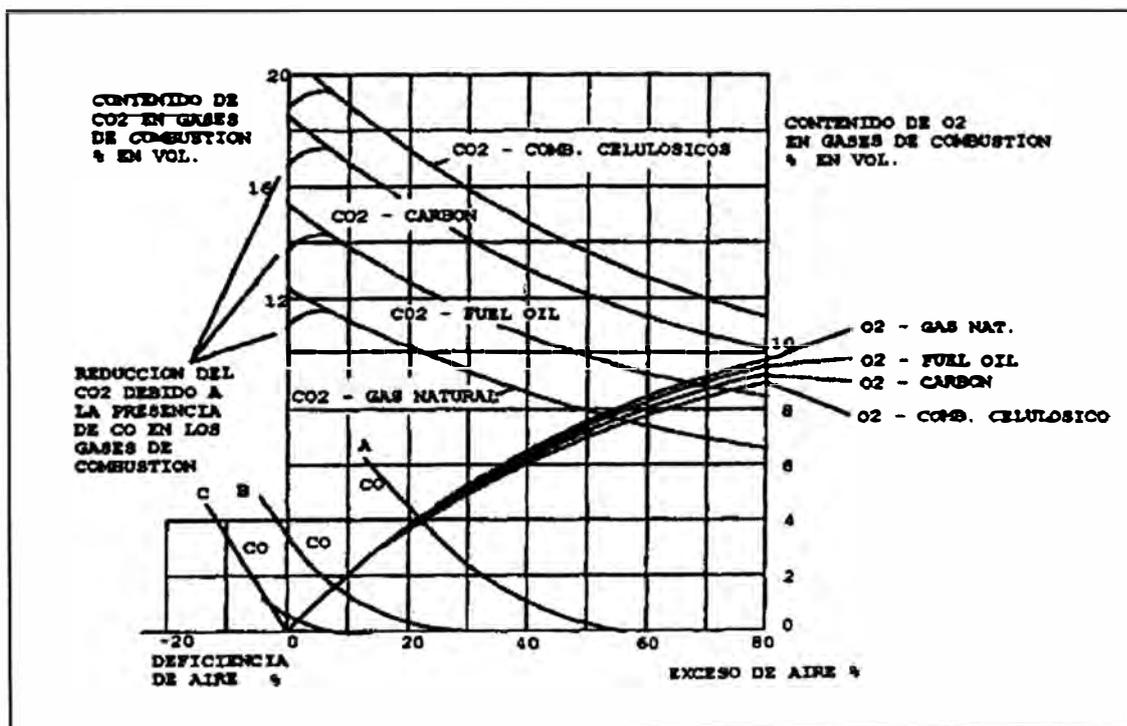


Fig. 2.12 – Relación de los porcentajes de CO₂ y O₂ contenidos en los gases vs. el porcentaje del exceso de aire.

Los porcentajes de CO₂ y CO son parámetros que nos indican si se ha llevado a cabo la totalidad de la combustión; en cambio, los porcentajes de CO₂ y O₂ son indicadores del exceso de aire presente en ésta.

Estaremos en presencia de una combustión óptima cuando se obtenga como resultado del análisis en los gases de combustión, en todo momento y a través de los distintos estados de carga, el mayor porcentaje posible de CO₂, utilizando el menor exceso de aire (mínimo O₂), y con la aparición de cantidades despreciables de CO. Esta regla deberá predominar en la calibración de un lazo de combustión.

2.8.5. Medición de CO₂.

El CO₂ es representativo del exceso de aire sólo cuando se quema completamente un único combustible cuya relación carbono/ hidrógeno se mantiene constante y en cuyos gases de combustión no exista CO. En otras palabras, el CO₂ medido no es representativo del exceso de aire para las siguientes condiciones:

- a) En combustiones de combustibles de composición variable.
- b) Cuando se combinan más de un combustible a la vez.
- c) Cuando se está cerca de la combustión estequiométrica, motivo por el cual podemos tener mayor presencia de CO de lo normal, (ver Fig. 2.12).

2.8.6. Medición de O₂.

La medición del O₂ en los gases de combustión, es una indicación directa del exceso de aire. Entre la franja del 0 al 15% de exceso de aire, el %O₂ es independiente del tipo de combustible o de las variaciones en la composición de los mismos, ver Fig. 12. Sin embargo, esta medición por sí sola no puede inferir:

- a) Mezclado deficiente de combustible/aire.
- b) Condiciones deficientes en el hogar.
- c) Combustión incompleta.

Hemos comentado en su oportunidad, que para lograr una combustión eficiente deberá existir en el diseño quemador/hogar condiciones apropiadas que determinen: tiempo de permanencia de los gases en el hogar, la temperatura de llama y por último una turbulencia impartida a la mezcla aire/combustible. Recordamos también como se ha mencionado anteriormente la característica inherente del diseño conjunto quemador/hogar de cuya relación aire/combustible debía aumentar a medida que disminuía la carga de la caldera, para asegurar de esta manera una combustión completa. Esto se explica pues a medida que

disminuye el estado de carga de la caldera, también lo hace el caudal de aire y en consecuencia menor será la turbulencia disponible para el mezclado con el combustible.

Por lo tanto, la relación aire/combustible, lejos de mantenerse constante, varía a través de todo el estado de carga según las características inherentes de cada diseño conjunto ventilador/ quemador/hogar. Esta curva característica deberá ser determinada empíricamente mediante el análisis de gases a través de los diferentes estados de carga, para luego ser volcado al caracterizador correspondiente al lazo de control de combustión. En las Fig. 2.13 y 2.14 vemos algunos ejemplos de estas caracterizaciones.

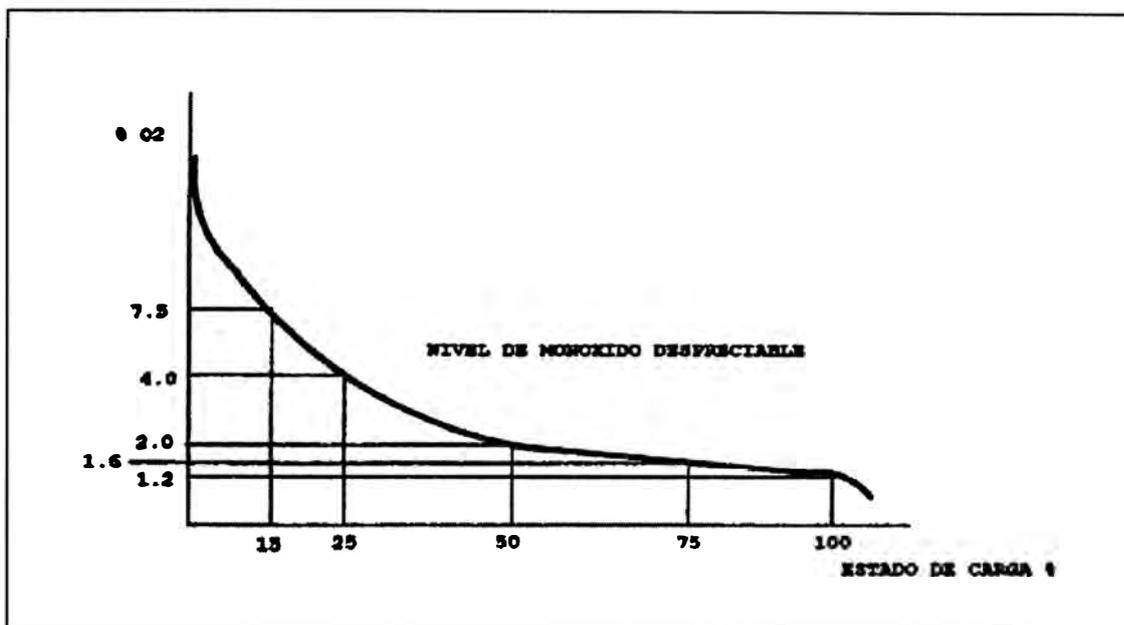


Fig. 2.13 – Curva típica de caracterización del contenido de exceso de O₂ vs. Estado de carga obtenida mediante ensayos.

Una vez fijadas las condiciones óptimas de O₂ con mínimo CO, éstas pueden sufrir perturbaciones que seguramente restarán eficiencia a la combustión, como por ejemplo, variaciones en el poder calorífico del combustible, desgaste en las boquillas de los quemadores, cambios en el tamaño de las partículas de los combustibles sólidos, variaciones en los estados de carga, ensuciamiento del quemador/hogar, etc.

Esta caída de eficiencia en la combustión traerá aparejado, en los gases de combustión, un aumento de CO, aún con una presencia considerable de exceso de O₂. Esto último nos indica que la medición de oxígeno por sí sola no representa la calidad de la combustión, sino que sólo indica cuál ha de ser la relación aire/combustible correcta.

2.8.7. Medición de CO.

La medición de CO no es representativa del exceso de aire, pero sí es un excelente índice de la calidad de la combustión. Su medición es índice de:

a) Mezclado deficiente del combustible con el aire.

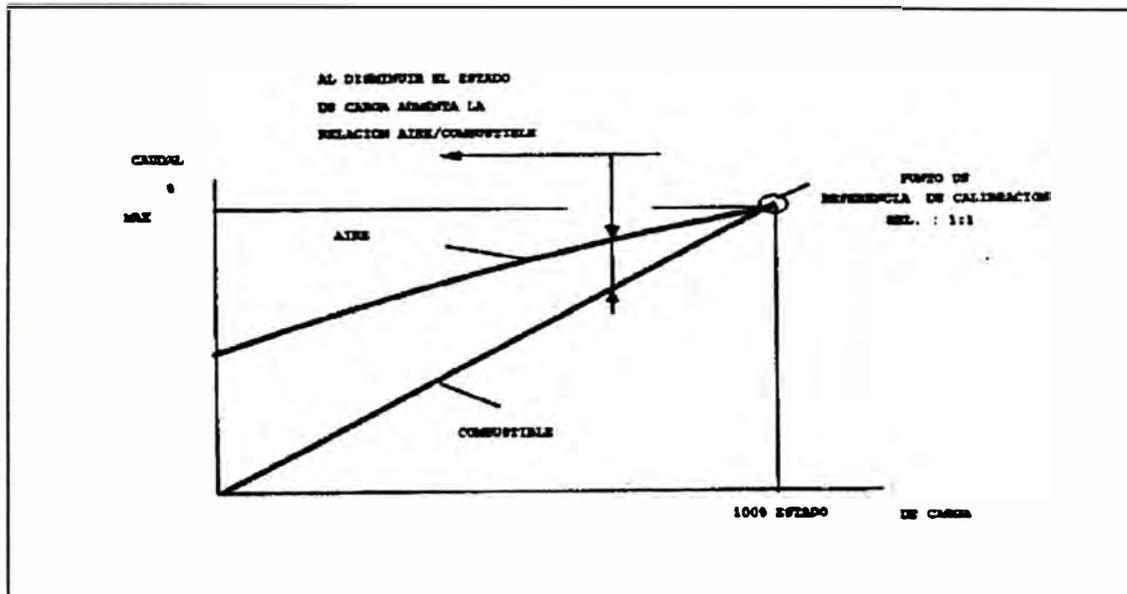


Fig. 2.14 – Caracterización del caudal de aire de combustión vs. Estado de carga de una caldera.

b) Condiciones deficientes en el hogar: mala turbulencia, bajas temperaturas, incorrecta selección de quemador.

c) Combustión incompleta.

d) Mal funcionamiento del quemador: desgaste u obturación de boquillas, registros rotos, etc.

e) Emisión de humos.

En la Fig. 2.12 se puede apreciar la curva C donde no se presentan problemas de calidad de combustión, apareciendo trazas de CO recién a partir de excesos de aire menores del 8%.

En cambio, a medida que se presentan deficiencias en los equipos de combustión para un mismo exceso de aire, mayor será el porcentaje de CO curvas B y A.

2.8.8. Temperatura de salida de gases de chimenea.

La temperatura neta de los gases de chimenea resulta de la diferencia entre la temperatura de salida de gases de chimenea y la temperatura ambiente.

Una temperatura neta alta de gases indica que se está desaprovechando calor. Una buena práctica recomienda mantener esta temperatura lo mínimo posible sin llegar a la del rocío del vapor de agua.

Temperaturas muy altas de gases de chimenea iguales o superiores a 200°C indican una de las siguientes condiciones:

- a) Excesivo caudal de aire.
- b) Excesivo ensuciamiento de las superficies de calefacción.
- c) Deficiente regulación del aire.
- d) Sub-dimensionamiento de las superficies de calefacción.
- e) Sub-dimensionamiento del volumen del hogar.

2.8.9. Medición de humos en gases de chimenea.

La medición de humos en la chimenea puede utilizarse para estimar la limpieza de la combustión. Productos de combustión con mucho humo pueden indicar alguna de estas condiciones:

- a) Deficiencia en el aire de combustión.
- b) Deficiencia en la viscosidad del combustible.
- c) Deficiencia en las presiones de suministro del combustible.
- d) Deficiencia en la pastilla de atomización.
- e) Relación incorrecta aire-combustible. O Pérdidas excesivas de aire de combustión.

2.9. Lazos de control básicos para calderas.

2.9.1. Introducción/Simbología.

En este capítulo haremos una breve introducción del concepto de control de seguridad y encendido, de diferentes esquemas de control regulatorio para calderas, como así también de las características más importantes de cada uno de ellos.

La simbología a utilizar será ISA y una descripción resumida puede verse en la Fig. 2.15.

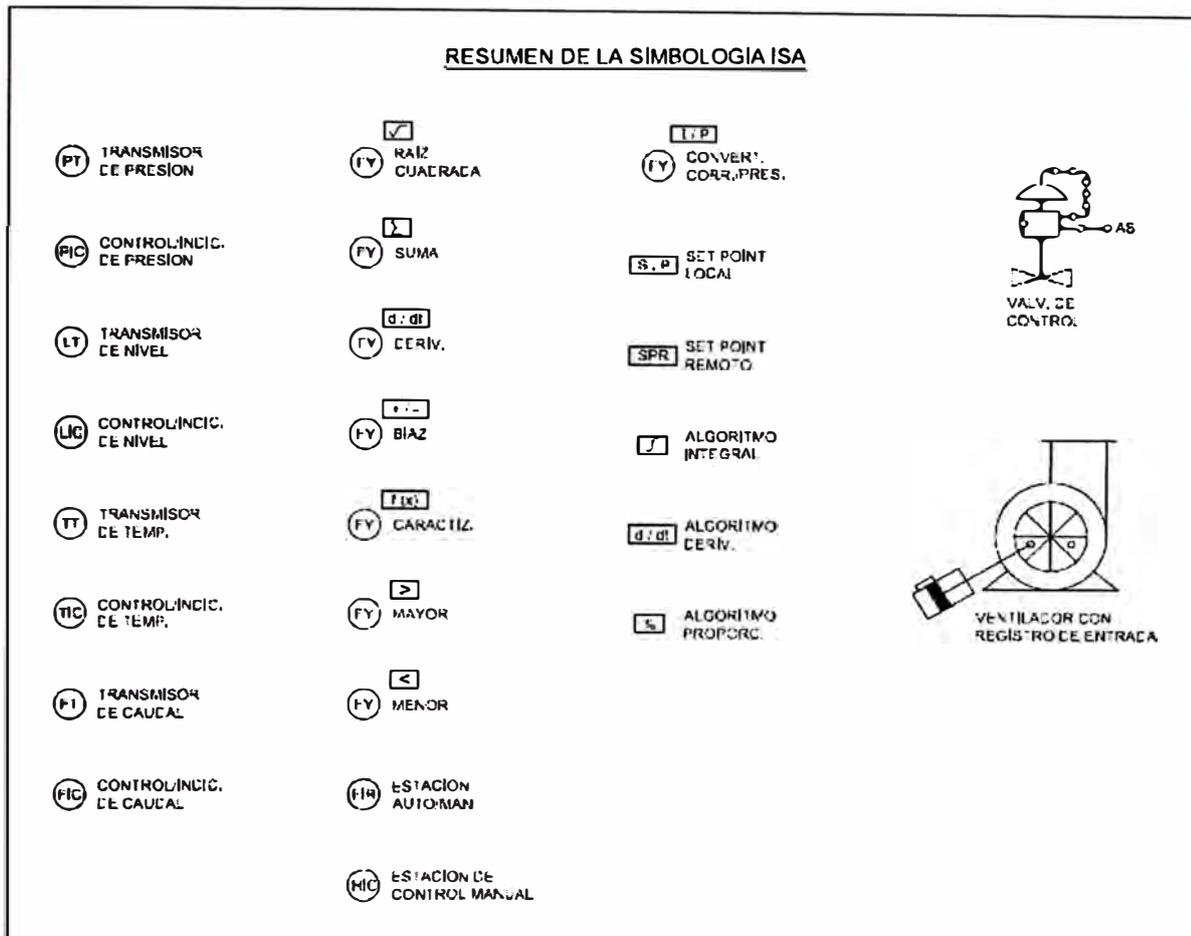


Fig. 2.15 Símbolos I.S.A.

2.9.2. Sistema de seguridad y encendido (S.S.E.).

Así como el sistema de control regulatorio se define como un sistema modulante que acomoda sus señales de salida de manera tal de mantener las variables a controlar dentro de estrechos márgenes, lo contrario sucede con el sistema de seguridad y encendido de una caldera que consta esencialmente de un sistema ON-OFF que permite mantener la caldera en servicio, sin importar su estado de carga, sólo si todas las condiciones que tengan que ver con su seguridad sean correctas.

El S.S.E., en presencia de una condición insegura, inicia una parada, que en todos los casos significa el corte de combustible, ya sea parcial por quemador, sectorizada por colector de combustible o total por emergencia. Este sistema también es el responsable de llevar a cabo todas las verificaciones necesarias durante el momento de la puesta en marcha como así también durante la parada.

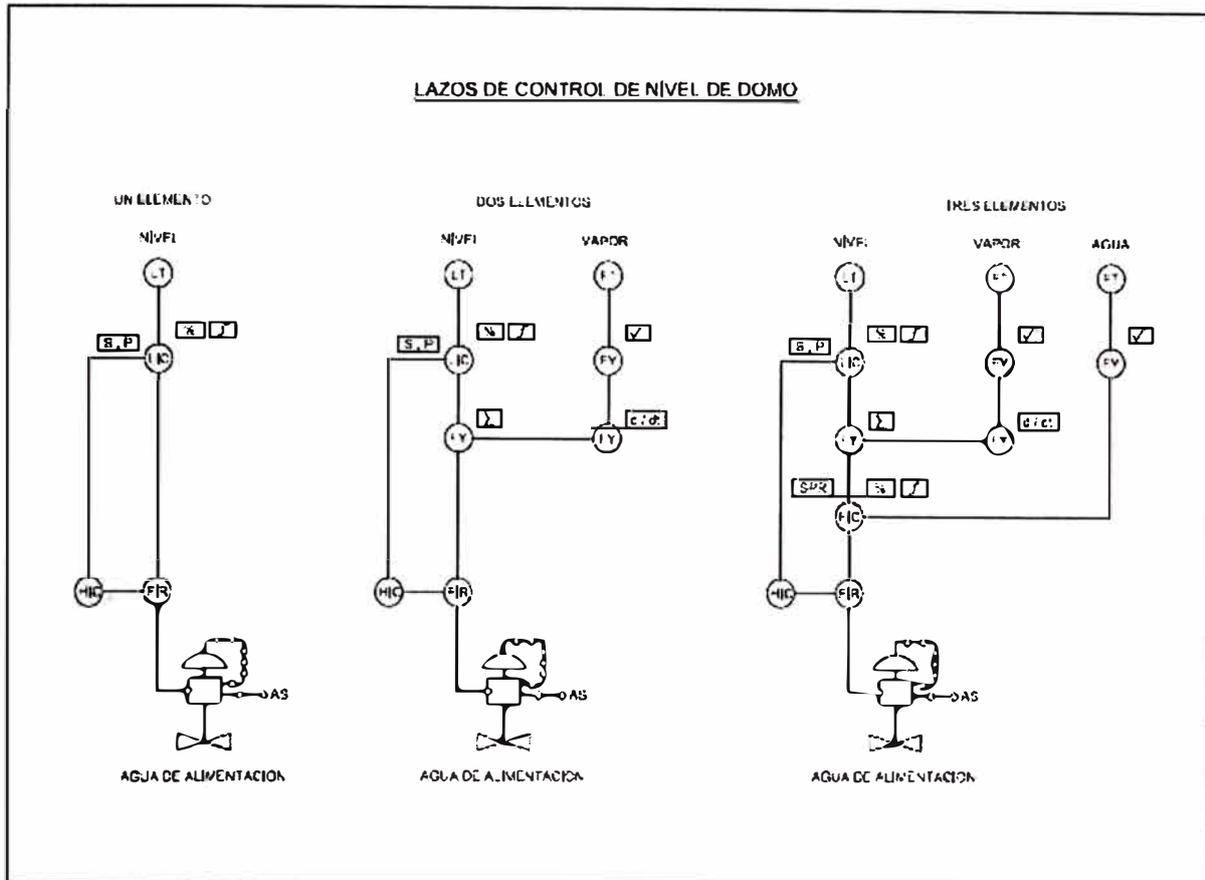


Fig. 2.16 – Lazos de control de nivel del domo.

Estas metas son llevadas a un Controlador Lógico Programable (PLC) para realizar el control de acuerdo a los P&ID del proceso y diseñado para la ejecución del mismo. La tecnología a utilizar, está concebida de manera tal que en, no exista ningún punto de falla y que permita, ante un estado de emergencia, llevar a la caldera a una condición segura. Esta condición es fundamental y no sólo depende del elemento programador, sino de todo el conjunto de instrumentos. Entre los instrumentos se encuentran sensores de temperatura, sensores de presión diferencial para medir nivel, presión, flujo, analizadores de O₂, válvulas de corte de combustible, detectores de llama e instalación mecánica y eléctrica. Todos estos equipos estarna bajo la norma que definen lineamientos básicos para S.S.E. como por ejemplo: N.F.P.A. Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego, disposiciones, normas y recomendaciones para el uso de gas natural en instalaciones industriales de Gas del Estado.

2.9.3. Lazos de control de nivel de Domo.

Estos pueden ser de:

a) Un elemento:

Medición de nivel de domo. Se utiliza en calderas pequeñas o en procesos que no contemplen variaciones importantes de carga y presiones constantes en colector agua alimentación. Está diseñado para mantener el nivel correcto en todo momento. No compensa los efectos del falso nivel, variaciones bruscas en la demanda y variaciones de presión a través de la válvula de control, esto último debido tanto a variaciones de presión en el domo, como del colector de agua de alimentación. Ver Fig. 2.16.

b) Dos elementos:

Medición de nivel de domo y caudal de vapor.

Se utiliza en calderas pequeñas y grandes, procesos que contemplen variaciones importantes de carga pero no contempla variaciones de presión en colector agua alimentación. Está diseñado para mantener el nivel correcto en todo momento. Compensa los efectos del falso nivel y las variaciones bruscas en la demanda pero no así las variaciones de presión a través de la válvula de control. Ver Fig. 2.16.

c) Tres elementos:

Medición de nivel de domo, caudal de vapor y de agua.

Es uno de los sistemas de control de nivel más completos. Se utiliza en calderas pequeñas y grandes, procesos que contemplen variaciones importantes de carga y variaciones de presión en colector agua alimentación.

Está diseñado para mantener el nivel correcto en todo momento. Compensa los efectos del falso nivel, las variaciones bruscas en la demanda y las variaciones de presión a través de la válvula de control. Ver Fig. 2.16.

2.9.4. Lazos de control de combustión.

La función de estos lazos es la de mantener un correcto balance energético, según sea requerido por la demanda de carga del consumo energético. Esto se traduce en mantener la presión en el colector de vapor lo más cercano al valor deseado.

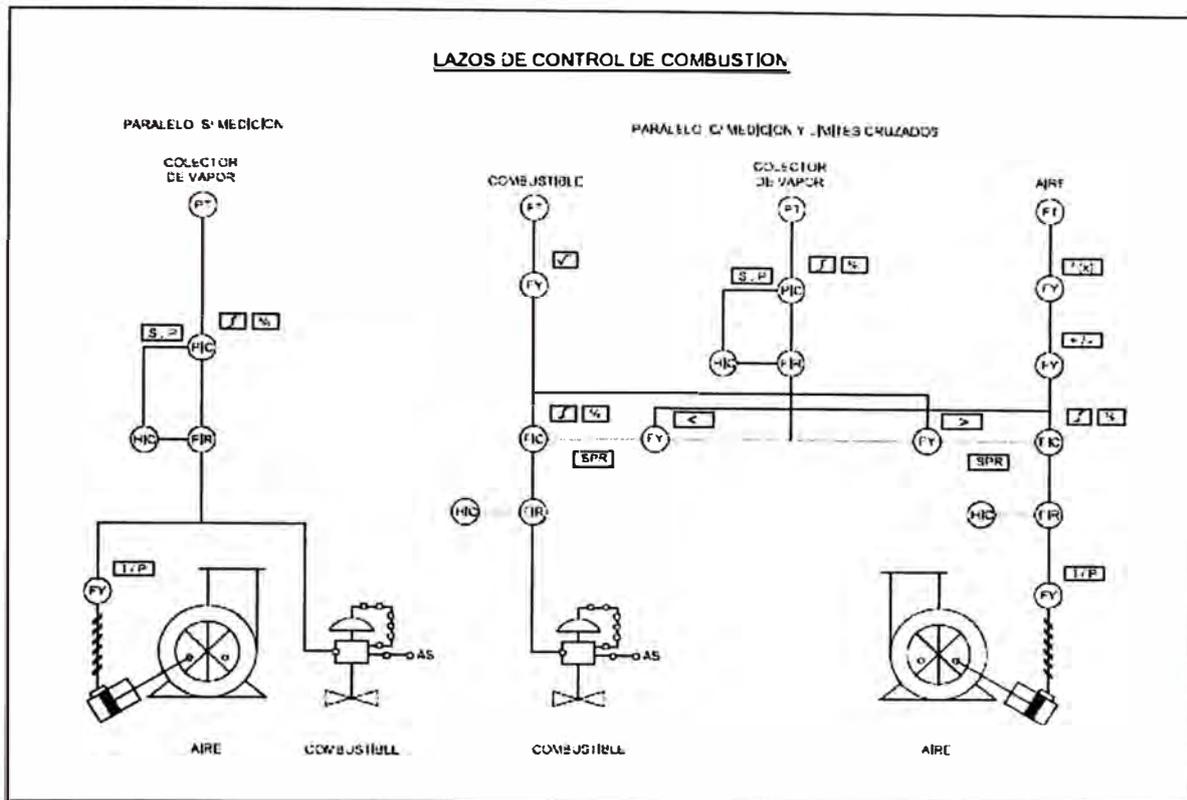


Fig. 2.17 Lazos de control de combustión.

Estos lazos pueden ser:

a) Posicionales o Paralelos sin medición:

Sólo medición de presión de vapor.

Se utilizan en calderas pequeñas de un solo quemador, sin medición de aire o combustibles. Su ventaja fundamental es su bajo costo y su buena respuesta ante las variaciones de carga. La relación aire/combustible es fija para un estado de carga determinado y por lo tanto no es precisa. Esta relación se ve afectada por variaciones de presión y temperatura en el colector de combustible y por las variaciones de presión en el hogar como así también atmosféricas y por lo tanto éstas afectarán a la presión de vapor. Los cambios de carga pueden dar como resultado mezclas ricas; en consecuencia, no se puede garantizar la seguridad durante los transitorios (Ver Fig. 2.17).

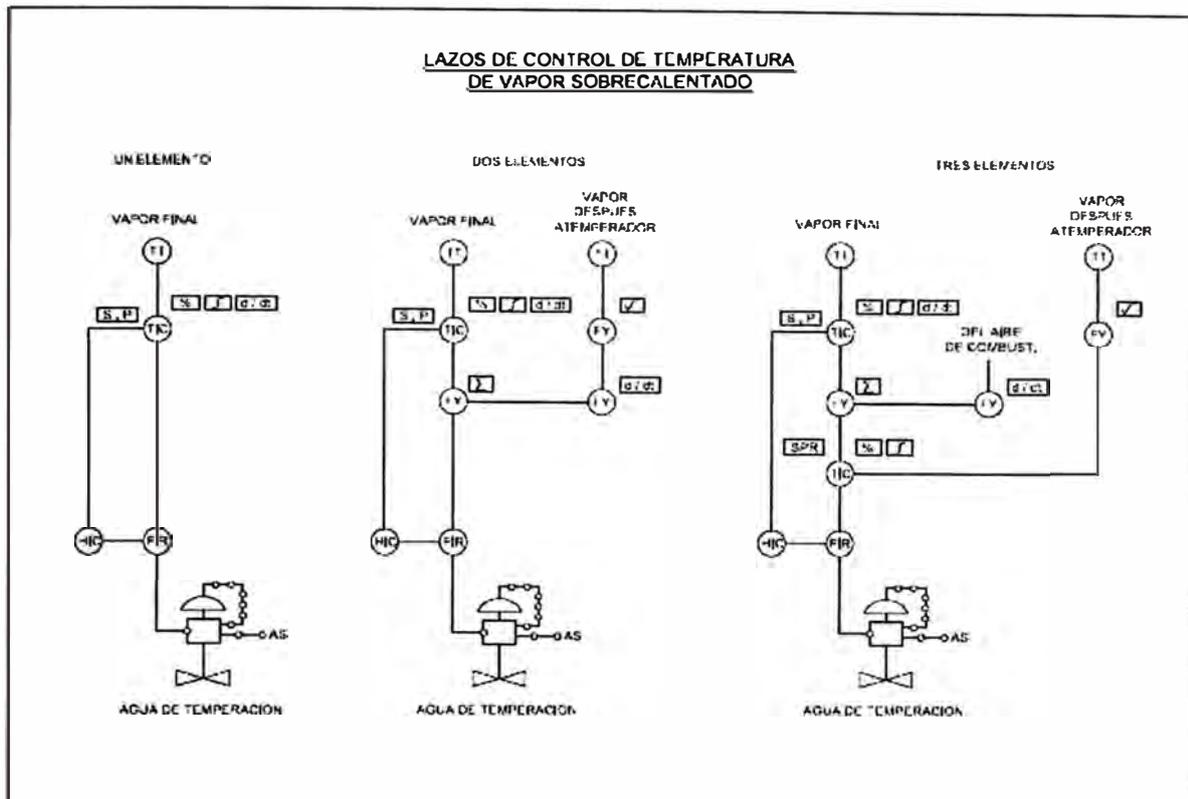


Fig. 2.18 – Lazos de control de temperatura de vapor sobrecalentado.

b) Paralelos con medición y límites cruzados:

Medición de presión de vapor, caudal de combustible y aire.

Se utiliza en calderas pequeñas y grandes con uno o más quemadores. La respuesta ante variaciones en la demanda no es tan rápida como en el sistema paralelo sin medición. Se puede caracterizar la relación aire/combustible a través de todo el estado de carga, por lo tanto esta relación se mantiene precisa en todo momento. Esta relación no se ve afectada por variaciones en la presión y temperatura en el colector de combustible, por las variaciones de presión en el hogar o las atmosféricas y por lo tanto éstas no afectarán a la presión de vapor. Los cambios de carga.

Nunca dan como resultado mezclas ricas, pues durante los transitorios el combustible sigue al aire y en consecuencia se puede garantizarla seguridad en todo momento. Si por algún motivo, ajeno al lazo de control, disminuye el caudal de aire, el combustible lo seguirá reforzando la seguridad del sistema (Ver Fig. 2.19).

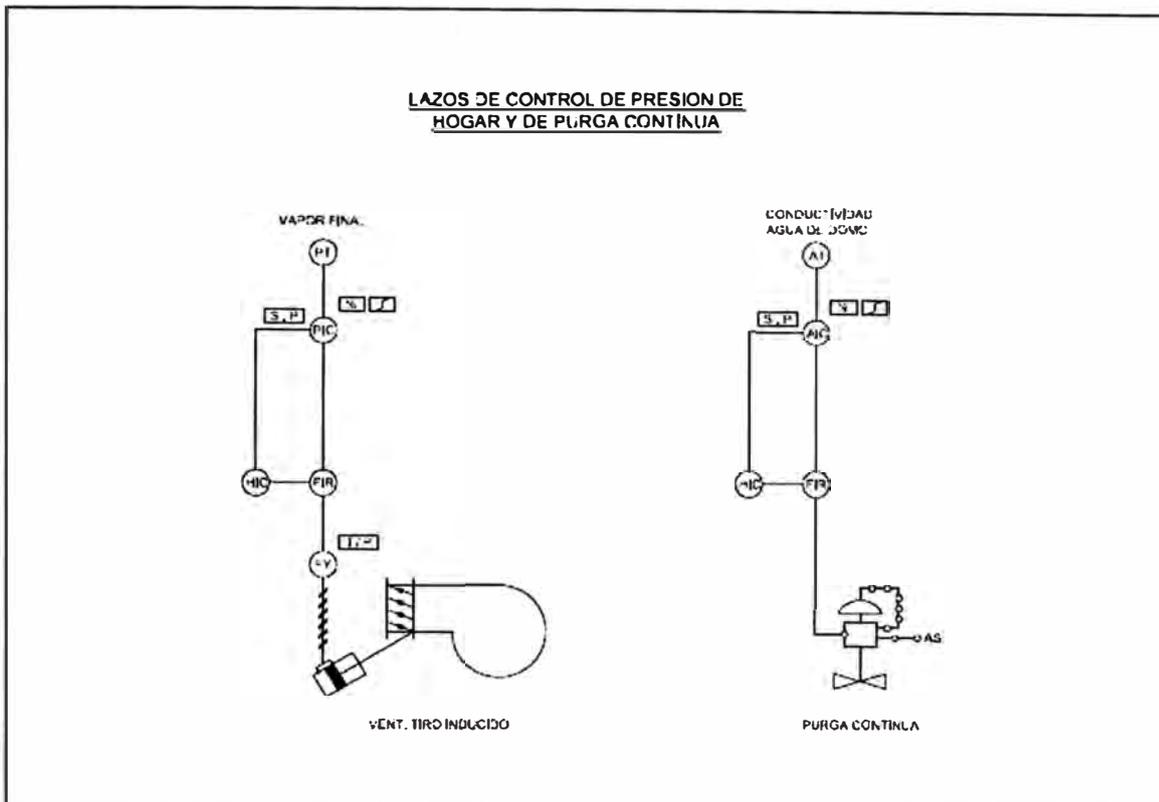


Fig. 2.19 – Lazos de control de presión de hogar y de purga continua.

2.9.5. Lazos de control de temperatura de vapor

Estos pueden ser de:

a) Un elemento:

Medición de temperatura final de vapor.

Se utilizan generalmente en calderas pequeñas sin atemperador intermedio. Mantiene la temperatura final de vapor en el valor deseado. No compensa por variaciones bruscas en la demanda. Se ve afectado por variaciones en el caudal de aire, presiones en el colector de agua a atemperar (Ver Fig. 2.18).

b) Dos elementos:

Medición de temperaturas de vapor después de atemperar y final.

Se utilizan generalmente en calderas pequeñas y grandes con atemperador intermedio. Mantiene la temperatura final de vapor en el valor deseado. Compensa por variaciones bruscas en la demanda. Se ve afectado por variaciones en el caudal de aire, presiones en el colector de agua a atemperar (Ver Fig. 2.18).

c) Tres elementos:

Medición de caudal de aire, temperaturas de vapor después de atemperar y final.

Se utilizan generalmente en calderas pequeñas y grandes con atemperador intermedio. Mantiene la temperatura final de vapor en el valor deseado. Compensa por variaciones bruscas en la demanda. No se ve afectado por variaciones en el caudal de aire, pero sí en las presiones en el colector de agua a atemperar (Ver Fig. 2.18).

2.9.6. Lazos de control de presión de hogar

Este tipo de lazo se aplica a calderas de tiro balanceado o sea con presión sub-atmosférica en el hogar. Si bien existen muchos tipos de lazos que mejoran al de un elemento, en este tomo sólo veremos éste.

- **Un elemento:**

Medición de presión en el hogar.

Su principal función es la de mantener esta presión dentro de rangos estrechos. Se ve afectado por las pulsaciones debidas en parte por la propia combustión y otro tanto por la operación de los ventiladores. También lo afecta las variaciones de caudal de aire producto de los cambios realizados por el controlador de aire perteneciente al lazo de combustión. Ver Fig. 2.19.

Estos fenómenos pueden eliminarse implementando estrategias de control más complejas.

2.9.7. Lazos de control de purga continua

Su principal función es la de mantener la concentración de sólidos disueltos en el domo dentro de rangos estrechos. Si bien existen muchos tipos de lazos que mejoran al de un elemento, en este tomo sólo veremos éste.

- **Un elemento:**

Medición de conductividad de agua de domo.

Generalmente, con este tipo de estrategia alcanza para asegurar un correcto control, ya que las variaciones de la conductividad suelen ser lentas (Ver Fig. 2.19).

No obstante, en aplicaciones críticas se suele incluir en el lazo, compensación por caudal de vapor.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL

3.1 Objetivos.

Realmente para diseñar un Sistema de Control y Automatizarlo, primero se realiza el P&ID del proceso a controlar como se muestra en el plano No 50-1033-1 que se anexa al final del capítulo, realizado por un experto en procesos, luego se preparan las estrategias de control, para posteriormente hacer la selección de equipos, Instrumentos y sistemas que cumplan con los mínimos requisitos requeridos para el control, de esta manera se preparó las estrategias de control de la caldera No. 11 del complejo Agroindustrial Casa grande y se definieron los detalles técnicos para la puesta en servicio del sistema automático, requerido realizando primero el precomisionamiento y luego el comisionamiento de todo el sistema, a continuación se explica detalladamente, como se realiza el control y las normas aplicables para la realización de los mismos.

3.2 Descripción.

Los diagramas de control para la Industria de generación de energía, están desarrollados con diagramas SAMA (Scientific Apparatus Makers Association). Estos diagramas se emplean para describir y documentar las estrategias de control diseñadas tanto para calderas Industriales y equipos de calderas. Aunque existen similitudes con los diagramas ISA, pero hay diferencias significativas entre los dos métodos puesto que la norma SAMA es más específico para estos casos, y las normas aplicables en la selección de equipos utilizados son:

IEC 117-15 Simbología de Diagramas Lógicos Binarios.

IEC 60.529 Descripción de los grados de protección según el código IP.

IEC 61.508 Sistemas de seguridad.

IEC 61.511 Sistemas de seguridad en ámbito industrial.

IEC 584-3(1988) BS 4973 Part.30 Para colores del aislamiento.

IEC 60.331 Cables Resistentes al Fuego.

ISA S5.1 Instrument symbols and Identification.

ISA S5.3 Graphic Symbols for Distributed Control/shared Display Instrumentation.

ISA S71.04 Clasificación de atmósferas agresivas.

ANSI/ISA S18.1 Tipo A Para alarmas convencionales.

ANSI/ISA S18.1 Tipo F1A Para alarmas que desencadenan en otras alarmas.

ANSI/ASME B.1.20 Conexiones roscadas.

ANSI/MC 96.1 Para colores del aislamiento.

ANSI/ASME B.1.20 Roscas de orificios para cables.

ANSI C80.1-2005 Electrical Steel Conduit.

ANSI/NEMA FB.1 (ERSC) Fittings, Cast metal Boxes and conduit Bodies for Conduit, Electrical metallic tubing and Cable.

IEC 60.332-3 Cubiertas no propagadoras del fuego.

CEI 20.11 / UIC 865 Resistentes al aceite mineral.

IEC 60.311 Cables resistentes a la propagación del fuego.

IEC 60228 Norma general de cables.

UNE 53112 Tuberías de PVC.

CE 336/89 Compatibilidad Electromagnética.

RBT Reglamento de baja tensión aplicable en la zona de Instalación.

S/ IEC 60.079 / CENELEC Para las instalaciones con conexiones roscadas y tuberías.

SCOR N-02 Y SCOR N-08 Normas corporativas de seguridad.

La información que doy a conocer, lo he dividido en 03 partes principales y se basa totalmente en el diagrama P&ID explicado anteriormente:

a) La estrategia de control de combustión desarrollada para definir la lógica de control del bagazo del caldero.

Las normas aplicables son las siguientes:

b) La estrategia de control de nivel, atemperador, purga continua, alivio, domo y ciclones.

c) La estrategia de arranque y parada del caldero con los modos de operación respectivos.

3.2.1. Diagramas de control considerados.

Alarma de diagnóstico de señal (<3.9 mA 0, >20.9 mA) "D".

Alarma de Procesos (variables fuera de rango de operación) "P".

Alarma de falla (mal estado de hardware de control) "F".

3.2.2. Simbología a usarse.

El cuadro muestra la Simbología SAMA a utilizarse en el control (Ver Anexo A).

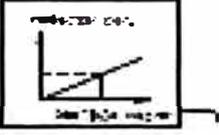
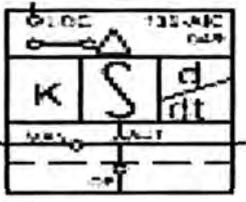
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
F(x)	Función de acondicionamiento de señal de campo.
	SET POINT LOCAL
	Curva de correlación de variables
	Lazo de control PID (Proporcional-Integral-Derivativo)
	Ingreso de factor para cálculo por Ingeniero
	Configuración por Ingeniero
	Configuración por Operador
	Ganancia Feed Forward o en Adelante

Fig. 3.1 Simbología SAMA

3.3. Estrategias de control de la combustión.

3.3.1. Controlador Máster.

El controlador MASTER de PRESIÓN tiene como objetivo asignar la presión que debe entregar la caldera y compensar la caída de presión que se produce desde el punto de generación del vapor hasta el punto de medición y consumo (Turbina).

De acuerdo al desarrollo del presente proyecto se cuenta con el transmisor 130-PIT-038.

Así mismo el sistema de control contempla los indicadores D9 y D10 para el diagnóstico de la señal, P8 y P9 para falla del proceso y F4 para alarma de falla.

El controlador MÁSTER generará uno o varios valores de set point remoto (SPR) hacia cada lazo de control de presión de la caldera, este cálculo se compone de un algoritmo de repartición de cargas que depende de la potencia real de la caldera y de la correlación entre flujo y presión de vapor. El flujo proviene del transmisor 130-FIT-036 (Ver Anexo B: Estrategia Caldero # 11, Combustión).

3.3.2. Control de presión de la caldera.

Este lazo de control está asociado al transmisor de presión 130-PIT-037, posee los indicadores D1 y D2 para diagnóstico de la señal de campo, indicador P1 y P2 y P30 para alarmas de proceso y el indicador F1 para alarma de falla.

Este lazo de control se controla con el SP local del operador o SP remoto que proviene del Controlador Máster de Presión.

A la señal calculada por este controlador se le conoce como DEMANDA 1, y sirve como SET POINT remoto al lazo de control de Oxígeno en exceso.

La demanda 1 se compensa con una señal de adelanto o Feed Forward proveniente de una curva de ajuste de correlación entre el flujo y la presión de vapor.

La señal compensada es la demanda 2 que se emplea para el ajuste de los siguientes lazos:

Control de carga de bagazo

Control de apertura del Damper del aire Primario

Control de Apertura del Damper de los ventiladores de tiro inducido

Control de flujo de aire Secundario

Los lazos de control anteriores están estrechamente relacionados a la presión de vapor de la caldera, que es fin del control de la caldera.

3.3.3. Control de carga de bagazo.

La caldera tiene 05 alimentadores de bagazo, cada uno posee un motor con variador de velocidad, con lo cual se regula la carga de bagazo para la combustión.

La cantidad de bagazo que ingresa no es medida, la estrategia de repartición de carga de los alimentadores de bagazo se resume en lo siguiente:

Con el valor de demanda 2 se calcula la repartición de carga hacia los alimentadores de bagazo empleando una curva de correlación, DEMANDA Vs. Velocidad de alimentación.

Estado1: Todos los variadores confirman buen estado y deben estar en modo automático (Auto).

Estado 2: Algún variador no está en Modo AUTO o está en modo FALLA, por lo tanto los otros variadores aportan más carga que se requiere para compensar.

Estado 3: A cada variador se le asigna un factor manual para repartir carga ligeramente desbalanceada para ajustar el perfil de la pila de bagazo; los factores deben asegurar que la carga total sea siempre la misma.

El Tag 130-PY-037A reúne la distribución de carga a los variadores 130-M19, 130-M20, 130-M21, 130-M22 y 130.M23.

3.3.4. Control de Apertura Damper de Aire Primario.

La caldera posee una compuerta o dámper para la regulación del aire primario. El Tag del Damper es 130-FY-016 además posee un transmisor de posición 130-ZT-016

La regulación de la apertura de la compuerta se realiza empleando una curva de correlación (Curva de Aireadores) APERTURE Vs. DEMANDA; este resultado se compensa con el ajuste dado por el control de exceso de Oxígeno dado por el analizador del mismo.

3.3.5. Control de Apertura de Tiro Inducido.

La caldera posee 02 Ventiladores de tiro inducido cada uno tiene un Damper para regular el tiro de la caldera. Los TAGs de los dámpers son: 130-PY-041, 130-PY-042, cada uno posee un transmisor de posición 130-ZT-041 y 130-ZT-042.

El tiro inducido se regula con la DEMANDA 2 y con el valor de la Presión del Hogar de la Caldera de tal manera que la esta presión no debe sobrepasar valores prefijados de proceso y en función de la demanda.

Asimismo, la repartición de carga entre los dos ventiladores de tiro inducido se resume en lo siguiente:

A cada dámper se le asigna un factor manual para repartir la carga en forma ligeramente desbalanceada ajustando posibles diferencias de los flujos. Los factores deben asegurar que la carga total siempre sea la misma.

Cuando un dámper o ventilador está en falla, el otro asume toda la carga.

3.3.6. Control de presión de la cámara de la Caldera.

La presión de la cámara de la Caldera se mide en el transmisor de presión 130-PIT-043, esta señal cuenta con 02 indicadores de diagnóstico D7 y D8, 04 Indicadores de alarma de proceso P31, P32, P33, P34 y 01 Indicador de falla F13.

El control de la presión de hogar de la Caldera se realiza en el lazo 130-PIC-043.

El valor de la referencia de la presión se hace con un SP local, la señal de control se compensa con el valor de DEMANDA 2 para considerar la presión del vapor de salida de la

Caldera, esta señal compensada entra al algoritmo de repartición de carga de los ventiladores de tiro inducido.

La consideración en el arranque de la caldera es que la salida del lazo 130-PIC-043 debe forzarse en manual al valor mínimo, asimismo durante la operación si se detecta falla en la lectura del transmisor de presión, la salida del lazo debe permanecer en el <último valor.

La acción anterior también es válida cuando se activan los indicadores de diagnóstico D7 y D8 y/o la señal de falla F13.

3.3.7. Control de oxígeno en exceso.

El oxígeno en exceso se detecta en los gases de salida del Caldero y será verificado en el analizador 130-AIT-049.

Esta señal posee 02 indicadores de diagnóstico de señal D· y D4, 03 alarmas de proceso P3, P4 y P5. El set Point del lazo 130-AIC-049 es remoto y viene de la correlación entre DEMANDA 1 y Exceso de Oxígeno.

El analizador de Oxígeno es la limitación de la señal de control, del lazo 130-AIC-049 se obtiene una señal de 0 a100%, esta señal se delimita a -50 a 50% con la finalidad de que el 50% de la seña de la señal de control coincida con el 0% para el AIT-049. La razón de esta delimitación está en que debido a que este lazo es el último en sintonizar el OXITRIM debe estar en un valor de 0% que se obtiene al colocar en modo manual el lazo 130-AIT-049 y forzar la salida al 50%. El valor de 0% hace que mientras se sintonice los lazos anteriores, estos no se vean afectado por la compensación Feed Forward del OXITRIM:

El Factor “f” ingresado sirve para ponderar la señal a valores más pequeños si “f” es menor a 1.

El OXITRIM compensa el mando de la apertura del Damper de aire primario

El valor de CO que se muestra en el analizador de O₂ es para supervisión, eventualmente si se toma en cuenta los datos de temperatura de los gases de salida y el ratio CO/O₂ es posible calcular la eficiencia de la combustión.

3.4. Estrategias de Control del Domo.

3.4.1. Control de Nivel del DOMO.

El lazo 130-LIC-009 representa el control de nivel del DOMO (Ver Anexo C: Estrategia Caldero 11).

Este lazo posee 02 indicadores de diagnóstico de señal D13 y D14, 03 indicadores de alarma de proceso P12, P13 y P29 y una alarma de falla F6.

El Set Point de este lazo debe darse por ingeniero y no podrá ser editado.

3.4.2. Compensación de Tiempo Muerto.

El control de nivel se compensa con un tiempo muerto, la duración se define en campo. Esta compensación se origina al ajustar la presión del vapor de la caldera, cuando las burbujas de vapor se descomprimen y tienden a bajar cuando éstas se comprimen.

Durante el tiempo de oscilación el lazo de control de nivel 130-LIC-009 no debe actuar (tiempo muerto).

3.4.3. Compensación de Flujo de vapor.

El flujo de vapor 130-FY-036A se adiciona como señal Feed Forward a la salida del lazo de nivel. Esta señal cuenta con 02 indicadores del Diagnóstico D5 y D6 y un indicador de alarma de falla F3

3.4.4. Control de Cascada con el lazo de flujo de agua.

La señal compensada con el flujo de vapor se emplea como Set Point remoto para el lazo de flujo de agua 130-FIC-002.

El flujo de agua viene del 130-FIT-002 la cual tiene 02 indicadores de diagnóstico D11 y D12; 02 indicadores de alarma de proceso P10 y P11, y un indicador de alarma de falla F5. Si se emplea Set Point Local, este valor debe ser ingresado por usuario Ingeniero.

La salida del lazo 130-FIC-002 regula la válvula 130-FCV-003.

Si la señal 130-FIT-002 falla, el control se vuelve directo desde el lazo de nivel hasta la válvula anulando el lazo en cascada.

3.4.5. Control de Atemperación de vapor.

Para el control y supervisión de la temperatura se cuenta con las siguientes señales:

Temperatura Salida sobrecalentador 1: 130-TE-032

Temperatura Salida sobrecalentador 2: 130-TE-035

Temperatura Agua atemperador: 130-TE-033

Temperatura Entrada sobrecalentador 1: 130-TE-031

El Tag 130-TE-032 tiene 02 indicadores de diagnóstico D17 y D18, 02 indicadores de alarma de proceso P16 y P17 y 01 indicador de alarma de falla F8.

El Tag 130-TE-035 tiene 02 indicadores de diagnóstico D15 y D16, 02 indicadores de alarma de proceso P14 y P15 y 01 indicador de alarma de falla F7.

Las señales anteriores ingresan a un cálculo de ponderación, la ecuación de ponderación "F" es ingresada por ingeniero y permite tener un valor de temperatura distribuido.

Este valor ponderado ingresa como variable de proceso al lazo 130-TIC-032 y la señal de control hacia la válvula de agua 130-TCV-034.

Las señales 130-TE-033 y 130-TE-031 son de indicación.

3.4.6. Purga Continua de Conductividad.

Para esta operación se cuenta con un transmisor de conductividad 130-AIT-090 que tiene 02 indicadores de diagnóstico D23 y D24, 02 indicadores de alarma de proceso P22 y P23 y un indicador de alarma de falla F11.

El Set Point de conductividad y duración de la purga se ingresa manualmente, así como un período de tiempo (Duración de purga y Duración de recurrencia) cuando la señal esté en falla.

La purga se realiza por la válvula de control todo o nada 130-XV-003

3.4.7. Presión de Alivio del DOMO.

La presión de alivio del DOMO se mide con el transmisor de presión 130-PIT-008, esta señal contiene dos indicadores de diagnóstico D25 y D26; 02 Indicadores de alarma de proceso P24 y P25 y 01 indicador de alarma de falla F12.

Si la presión es mayor que el Set Point, entonces la válvula 130-XV-008 se abre.

Se aprovecha la señal PIT-037 como redundancia de la señal del Switch de nivel.

3.4.8. Niveles de Tolvas.

Los niveles de las tolvas se controlan con los Switches de nivel 130-LSH-044B y 130-LSL-044B.

El accionamiento del motor 130-M-044A y 130-M-044B depende de los Switches de nivel de la siguiente forma:

Cuando LSH=1 DETIENEN y cuando LSL=1 ARRANCAN.

3.5. Estrategias de Arranque y Parada de la Caldera.

El arranque de la Caldera comienza con el Accionamiento de los motores (Ver Anexo D: Estrategia Secuencias Arranque/Apagado):

- a) Distribuidor Neumático (M-19).
- b) Parrillas (M-050, M-051 y M-052).
- c) Gusanillos (M055 y M-056).
- d) Luego se activa un temporizador que espera algún tiempo después que los motores hayan llegado a su velocidad y se accionan los siguientes motores:
 - Ventilador de Tiro Forzado (M-011), este motor se arranca con la apertura del dámper al mínimo.

-Ventilador de tiro Inducido (M-030 y M-040), los cuales arrancan después de un tiempo definido (algunos segundos) después del ventilador del tiro forzado.

-Ventilador de aire secundario (M-017), también arranca después de algunos segundos de haber arrancado los ventiladores de tiro inducido.

e) Las condiciones para activar una parada de emergencia son:

Nivel de Agua en el DOMO muy baja.

Nivel de Agua en el DOMO muy alta.

Nivel de agua en el DOMO muy muy baja.

Presión de vapor de salida del caldero muy alta.

Presión de hogar muy bajo.

Oxígeno muy alto.

Diferencia entre comando de alimentadores y Dámper muy alta.

CO muy alto.

La parada de emergencia corta la alimentación de bagazo a la caldera.

(Ver Anexo E: Ubicación de Instrumentos, Detalle de Tuberías y Cajas de Conexiones)

3.6. Arquitectura de Comunicaciones.

La arquitectura de control de comunicaciones, se realiza mediante la tecnología de industrial IT, una nueva tecnología de los DCS de la Marca ABB, con el controlador 800xA, como se puede ver esta arquitectura se ha repartido en tres sectores, denominados campos, uno referente al control de combustión, otro al control de los lazos de la caldera y otro a los auxiliares del mismo los cuales están conformados por módulos I/O de la serie 810 y tres módulos de comunicación profibus DP, para accesar a la red Profibus DP de la planta y a los CPU PM861 de ABB redundantes, los que poseen una salida Ethernet y que mediante un Switch 10M-STP, se comunican al Cliente y Servidor Control Builder V5, ubicados en la sala de control de la caldera (Ver F: Arquitectura de Comunicaciones), además galería de fotos de la caldera.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Instrucción de Servicio del Caldero No. 11.

Para una caldera de tubo vertical de dos tambores de alta capacidad, tipo Buckau R. Wolf con hogar de avance de dispersión de bagazo, con calentador previo de tubos de aleta de agua de alimentación, cambiador de calor, recalentador de vapor, refrigerador de vapor sobrecalentado en el tambor superior, recalentador de aire de vapor, así como instalación de tiro de succión, se ha tenido que realizar las condiciones teóricas con las que debe trabajar la caldera de acuerdo a las primicias dadas en el capítulo II. Además consideramos que la caldera está equipada con un hogar que podría quemar petróleo.

Caldera No 11 – N° 30266, año de construcción 1968.

4.1.1. Datos de diseño de la Caldera No 11.

La caldera No 11 fue construida en el año 1968 cuyas características son las siguientes:

Capacidad de vapor normal: 50 tn /h.

Capacidad de vapor máximo: 60 tn /h.

Presión autorizada : 36 atm. Abs.

Presión de vapor a la salida del pre calentador: 32 atm. Abs.

Temperatura del vapor sobrecalentado: 400°C.

Temperatura de entrada de agua de alimentación: 100°C.

Combustible: Bagazo valor calorífico $H_u = 4600$ Kcal/kg.

Eventualmente más tarde aceite pesado valor calorífico $H_u = 9500$ Kcal/Kg.

4.1.2. Generalidades del principio de operación.

Los fogoneros tienen la obligación a observar estrictamente las instrucciones de servicio indicadas a continuación referente a la maniobra de la instalación de calderas, así como los reglamentos de servicio oficiales para fogoneros en operación de calderas.

Es absolutamente necesario, que las instrucciones de servicio presentes sean exactamente conocidas a cada fogonero, para el buen funcionamiento del mismo.

La instalación de calderas debe ser controlada periódicamente por la supervisor de inspección de calderas o por otro funcionario técnico.

Antes de la puesta en marcha los fogoneros responsables tienen que cerciorarse de que toda la planta esté libre de cuerpos extraños en el interior y en el exterior de la caldera, todas las chapaletas de humo y de aire estará en orden y todas los accesorios estarán en condiciones de operación.

Todos los instrumentos, piezas de recambio y demás objetos necesarios para el servicio deben estar continuamente disponibles en cantidades suficientes y operativas en buen estado de funcionamiento.

El acceso a las calderas en la casa de calderas estará prohibido estrictamente a personas ajenas al servicio. La casa calderas tiene siempre que estar correctamente y bien alumbrada y no tiene que haber objetos ajenos a ella.

Las salidas de la casa de calderas no deben estar cerradas sino totalmente accesibles.

Antes de la puesta en marcha de la caldera No. 11 del proyecto y después de la de haber realizado todas las instalaciones y pruebas de los equipos, se debe de retirar todos los andamios que se utilizaron para tal fin, las obras de mampostería dentro del hogar de la caldera se tiene que sacar paulatinamente y al fondo ir dejando la leña para el fuego o la briqueta con fuego lento e ir calentando por medio de vapor de otro caldero.

La caldera debe siempre estar bajo la vigilancia de personas expertas mientras que no se haya apagado el fuego sobre la parrilla.

4.1.3. Preparación para el calentamiento.

Antes de la primera puesta en marcha hay que hervir la caldera con la superficie de calefacción conectada mediante fuego bajo. Para este fin hay que tener la caldera con agua de alimentación preparada, añadiendo:

0.6 Kg./m³ de NaOH (soda cáustica), Na₂CO₃ (carbonato de sodio) ó Na₃PO₄ (fosfato trisódico).

Durante este proceso es necesaria una purga del vapor repetidas veces, todavía con una presión de varias atmósferas (abs). Entonces hay que abrir los tambores y colectores inferiores para controlar la presión. Además todas las válvulas de purga deben ser controladas. Normalmente el hervor se debe repetir 2 o 3 veces. El contenido de todo el sistema se eleva a aproximadamente a 78 m³ (con tambor lleno).

Las válvulas de desaeración 21 (en el tambor ó domo superior) 44 y 45 (recalentador) y en cuanto sea necesario, también la válvula de arranque hay que abrirla al hervir, para que una pequeña cantidad de vapor salga al exterior para facilitar el hervido.

La posición de las robineterías a la caldera antes del proceso del relleno según esquema de arranque es la siguiente:

Tienen que estar cerradas:	<u>Nº</u>
Compuerta alimentadora de alimentación delante de la válvula reguladora	1
Compuerta de cierre en la tubería de by – pass	4
Válvula selectora de agua de alimentación posición abierta	7
Válvula de descarga en el colector izquierdo de los economizadores	9
Válvula de descarga de los cambiadores de calor	9A
Válvulas de seguridad de resorte para los economizadores	10
Válvula de impulso para regulador de presión diferencial	12
Válvulas de seguridad dobles de carrera plena con pesas del tambor	13
Drenaje de nivel de agua (indicador de nivel de agua “Reflex”)	14
Descarga para tambor superior	22
Descarga para tambor inferior	23

4.1.4. Relleno de la caldera.

Hay que llenar la caldera solamente con agua de alimentación preparada o condensada.

Después del llenado del tanque correspondiente con agua de alimentación preparada o condensada se pone en marcha la bomba eléctrica de alimentación para el relleno de la caldera. Para este fin se abren primeramente las compuertas en las tuberías de aflujo.

La válvula en la tubería de presión de alimentación se debe abrir poco a poco.

Para el servicio de las bombas de alimentación existentes hay que observar las prescripciones especiales de servicio.

Para rellenar la caldera se abre poco a poco la válvula 1 delante del regulador de agua de alimentación. (El regulador de agua de alimentación está desconectado). Hay que efectuar el relleno de la caldera paulatinamente mediante cambiador de calor y el economizador, para que tenga lugar una desaeración inmejorable de la caldera mediante las desaeraciones 8, 8A, 21, 44. Las desaeraciones 8 en los economizadores y 8A sobre las tuberías de alimentación son abiertas, nuevamente después que se descarga el agua. Las válvulas 21, 44 y 45 siguen estando abiertas.

El relleno está terminado, si el agua en el tambor superior ha subido de aproximadamente 500 mm encima de la marca NW (nivel más bajo del agua). Entonces se abre nuevamente la válvula de alimentación I.

La descarga del tambor tiene en el tambor un tubo de enchufe con embudo hasta el nivel según la marca NW de manera que el nivel de agua no puede caer por debajo del Ø interior mediante el abrir las válvulas de descarga 22.

4.1.5. Relleno (carga) del recalentador.

El recalentador es relleno antes del arranque en estado frío.

El relleno del recalentador se efectúa mediante las válvulas 35 y 36, estas dos válvulas deben ser abiertas. Desde el tambor superior se rellena ahora de agua el sistema de tubos de recalentador. La compuerta mezcladora 41 se halla en la posición media de manera que el recalentador II y el refrigerador de vapor sobrecalentado son rellenos. Cuando durante este proceso el nivel de agua en el tambor caiga por debajo de la marca NW la caldera debe ser alimentada hasta la marca NW. Hay que cerrar de nuevo las válvulas 35 y 36.

Durante la carga del recalentador el aire escapa pasando por las válvulas de desaeración 44, 45 y 21, también aquí el relleno debe efectuarse poco a poco para que tenga lugar una desaeración inmejorable de recalentador mediante las válvulas de desaeración.

Si al rellenar la caldera el agua sube por encima del nivel de agua más bajo, el nivel de agua en el tambor superior por encima de la descarga del tambor 22 es bajado hasta la marca NW.

4.1.6. Calentamiento y puesta en marcha del caldero.

a) El fogonero responsable tiene que cerciorarse primeramente de que las instalaciones estén completa en todas sus partes y no tengan cuerpos extraños en el interior como en el exterior del tanque, que todas las chapaletas distribuidoras de humo y de aire están en orden y todas las robineterías se encuentran en condiciones de funcionar.

b) Las prescripciones para el hogar de dispersión de bagazo, deben ser observadas. El calentamiento de la caldera al inicio de una campaña (zafra) se efectúa mediante fuego de leña ubicado en la parrilla plana.

c) Hay que calentar la caldera lentamente, durante la puesta en marcha por primera vez o después de mantenimientos más amplios de mampostería, aquí el período de calentamiento deberá ser más prolongado, secando previamente por medio de fuego seco más pequeño. Después que la temperatura y la presión ha subido en la caldera para la descarga de vapor en los primeros días hay que operar con carga baja para alcanzar un calentamiento

uniforme de la instalación completa sin repercusiones nocivas para evitar tensiones térmicas en la caldera. Al incrementar la temperatura y la presión de la caldera hay que reajustar cuidadosamente todas las uniones de brida, cierres, etc.

d) Hay que girar la válvula selectora de agua de alimentación en posición “cerrada” y abrir la válvula de cierre 43 de arranque. Las válvulas tipo mariposa del soplador ventilador de aire fresco y de la chapaleta giratoria del soplador de salida del ventilador, para el aumento de presión deben ser cerradas primeramente. Las chapaletas de gas de humo en la extremidad de salida de la caldera y delante de los dispositivos de despolvamiento para la regulación del tiro de la caldera, deben ser abiertas lo más rápido que sea necesario. El soplador de aire fresco debe ser conectado.

Los dos ventiladores de tiro son activados remotamente, para que los motores cumplan su función de controlar el aire de entrada correctamente.

Antes de cada encendido los tiros de gas de humo se deben de ventilar. Después en las dos salidas de gas humo, los que están provistos de un control de su movimiento mediante motores trifásicos, se ajusta la presión de salida de gas humo a la presión deseada para el control para ello se usa el transmisor de presión.

e) Luego se sube la velocidad de calentamiento con fuego lento, para luego pasar a un fuego mas fuerte teniendo cuidado los indicadores de presión y nivel de agua de la caldera que deben ser controlados y observados.

f) Una vez alcanzado un aumento de presión de aprox. 0.5 – 1.0 atm. Abs., las válvulas de desaireación 21, 44 y 45 deben ser cerradas. La compuerta de la válvula mezcladora 41 debe encontrarse también en la posición media de apertura.

g) Durante la operación de alzar la temperatura de la caldera, hay que alimentar ligeramente el recalentador del agua de alimentación, para que la temperatura de salida del agua de alimentación del recalentador sea mantenida por debajo de la temperatura de vapor saturado.

La temperatura de salida del agua de alimentación debe ser mantenida siempre a 20°C por debajo de la temperatura de vapor saturado y de acuerdo a la presión.

h) Si al aumentar la cantidad de agua, el nivel de agua en el tambor superior aumenta, hay que ajustar el nivel de agua a 50 mm por encima del nivel más bajo del agua mediante la descarga del tambor 22, con esto se evitar que el tambor se vacíe debido a las válvulas la conexión de tubos de la tubería en el tambor que se encuentran abiertas, la válvula 22 permite una bajada de nivel de agua hasta el nivel más bajo

Para esta operación el visor indicador de mica, permite una observación exacta de nivel de agua, la cual debe estar presente e indispensable para el control.

i) Si la presión del domo ha subido a aprox. 5 atm absolutas. Se puede comenzar a levantar la temperatura de la caldera mediante el incremento de combustible y aire.

Después de bajar un poco la presión de hogar hay que desaguar cuidadosamente el recalentador I y los tubos de soporte mediante las válvulas de descarga 36 y 37, la válvula de descarga 37 debe ser abierta aproximadamente de 3 vueltas. Acto seguido las válvulas de descarga 40 y 29 se deben abrir. La válvula de arranque 42 debe ser maniobrada por el fogonero y soplar, el techo del hogar de la caldera en este momento debe estar entreabierto para apoyar el soplador del recalentador. En cuanto el vapor pase por las válvulas de desagüe del recalentador 37 y 40 (lo que se puede constatar mediante prueba auditiva en las válvulas) hay que cerrar las válvulas 36 y 37 y entonces soplar el agua de la tubería de recalentador abriendo cuidadosamente la válvula de descarga del recalentador 38, seguidamente el recalentador II debe ser desaguado cuidadosamente mediante las válvulas de descarga 39, una vez efectuada esta operación hay que cerrar las válvulas 29.

Las válvulas de vapor 33, 34 y 34A deben ser abiertas correspondientemente para calentar el aire fresco. Ahora la válvula de arranque 42 se va abriendo cuidadosamente un poco más y la cantidad de vapor a soplar se regular de tal manera que la temperatura de vapor sobrecalentado de 400°C temperatura de servicio a la salida del recalentador no sea excedida al aumentar la presión de la caldera. Al acelerar la velocidad de la caldera hay que controlar la temperatura en la pantalla de la caldera mediante el sensor de temperatura para su respectivo control. Gracias a la descarga de vapor por la válvula de arranque la temperatura es regulada y mantenida a la presión deseada a la salida del recalentador.

La compuerta mezcladora 41 es girada hasta alcanzar la posición “cerrada” de manera que el enfriador de vapor sobrecalentado no reciba vapor alguno.

Al aumentar la velocidad de la caldera, sobre la tubería de arranque solamente se debe suministrar vapor cuando es absolutamente necesario para refrigerar el recalentador.

j) Refrigerador de vapor sobrecalentado y compuerta mezcladora 41.

La temperatura del vapor sobrecalentado a la salida del recalentador no debe exceder de 400°C en operación a plena carga y por eso hay que observar con mucho cuidado los instrumentos involucrados en este proceso. Para el enfriamiento del vapor sobrecalentado hay un enfriador de superficie entre el primer y segundo efecto del recalentador. Al arrancar la caldera cuando el vapor está fluyendo sobre el techo por medio de la tubería de

arranque, la compuerta de la válvula mezcladora debe girar a la posición de cerrada, de manera que ningún vapor pasa por el refrigerador. Al exceder la temperatura del vapor sobrecalentado 400°C , hay que abrir cuidadosamente la compuerta mezcladora para que el vapor pase por el refrigerador una parte o pase totalmente estando la válvula en su posición de “abierta”. En los gráficos siguientes se representan las posiciones de la compuerta. Hay que regulando la compuerta a su posición intermedia a medida que la temperatura del vapor sobrecalentado lo requiera. Hay que tener cuidado que cuando se trata de un servicio con bagazo, una cantidad mayor de vapor tenga que ser pasado por el refrigerador, caso similar ocurre cuando el servicio es de aceite posiblemente posterior.

El accionamiento automático de la compuerta mezcladora 41 debe ser conectado y ajustado correspondientemente después de la primera puesta en marcha, para así tener los parámetros de ajuste.

Una descripción correspondiente se muestra adjunto con un grupo de los instrumentos de medida, que confirman esta operación.

Al parar la caldera hay que poner la compuerta a la posición “media” para que las tuberías del recalentador puedan ser desaguadas.

k) Posición de la válvula selectora de agua de alimentación 7:

Al arrancar la caldera teniendo como combustible el bagazo se debe de trabajar sin intercambiador de calor. La válvula debe estar en posición “cerrada” (el vástago de la válvula debe indicar que está cerrado totalmente).

En caso de un servicio posterior el agua de alimentación pasa por el intercambiador de calor, la válvula se halla en posición “abierta” (el vástago debe indicar totalmente abierta).

Al descargar la caldera:

Válvula en posición media (el vástago debe indicar la válvula en posición media).

El intercambiador de calor calienta el agua de alimentación de 100°C hasta aproximadamente 140°C . Según la temperatura deseada hay que regular la válvula selectora 7.

l) Conectar la red de vapor:

Antes de conectar la caldera a la red de vapor, hay que tener cuidado que la tubería de vapor sobrecalentado entre la caldera y la tubería principal de vapor sobrecalentado debe ser calentado poco a poco desde el lado de la caldera mediante la compuerta de vapor sobrecalentado 48 y desaguado.

Solo entonces se puede conectar poco a poco totalmente. La conexión a la red se efectúa cuando la presión de calderas ha aumentado a 32 atm Abs. y ha excedido respectivamente aproximadamente en 1 atm absoluta a la presión de la red del vapor sobrecalentado que se encuentra con 400°C en su línea de proceso, en caso de que el recalentador se encuentre trabajando a plena carga, la compuerta de cierre de vapor sobrecalentado 48 es abierta lentamente y se cierra la válvula de arranque 42 también lentamente, hay que evitar un descenso de presión repentino.

La válvula de cierre 43 (con rueda de mano) se debe cerrar (Pues antes de una maniobra, eventualmente repentina de la válvula de arranque 42 hay que abrir primero la válvula 43). Al arrancar la caldera y antes de la descarga del vapor todos los toda la instrumentación instalados para vigilancia y control, deben estar conectados, debiendo haber sido antes verificado su correcto funcionamiento y calibrado para la operación en proceso.

m) Después de la puesta en marcha el regulador de la válvula de agua de alimentación debe quedar totalmente abierta.

n) Según las características del vapor que suministra la caldera hay que ajustar las condiciones de operación del hogar de la caldera.

4.2. Instrucciones de Servicios Generales.

a) Los dispositivos de medición de nivel de agua y transmisores indicadores de presión de vapor deben ser controlados frecuentemente, por lo menos una vez por turno de 8 horas de trabajo, para verificar si se han presentado atascamientos. Lo mismo debe de realizarse para todos los instrumentos conectados al tambor superior.

La alimentación de agua debe realizarse continuamente y lo más uniformemente posible y el nivel del agua del domo debe ser mantenido siempre en el mismo nivel.

El regulador de nivel de agua, se debe ajustar para un nivel de 50 mm sobre el diámetro interior con carga normal.

El nivel del agua más bajo (marca nivel más bajo del agua) está marcado en el tambor de la caldera así como en los indicadores del nivel del agua de reflexión.

Mediante el programa del sistema de supervisión, las señales de alarma de nivel, son visualizados para los niveles del agua más bajo (ALL) y más alto (AHH). Una señal luminosa y una señal sonora nos indicarán el estado de peligro. Para estas señales existe un botón de reset.

En caso de falta de agua o si no hubiera agua de alimentación alguna, el indicador de visual de vidrio indicará por debajo del mínimo valor visual, en ese momento, la caldera debe ser

parada inmediatamente en tanto que la alimentación no sea puesta nuevamente para su proceso normal.

Si el controlador de agua de alimentación no funciona, la alimentación puede efectuarse temporalmente en manual mediante la válvula de circulación. En este caso hay que cerrar las válvulas 1 y 3 del proceso.

En caso de que el defecto fuera en la tubería interior de la caldera, se debe de alimentar más fuertemente y luego parar caldera lentamente.

Si el problema fuera grandes se debe de parar inmediatamente la caldera.

El agua de alimentación debe ser agua tratada, debe estar siempre exenta de impurezas, formaciones de dureza y gases, que son los agentes formadores de corrosión. El agua que pasa por el recalentador ha de tener continuamente una pequeña protección contra el álcalis así como un pequeño exceso de fosfato.

Si se añade una gran cantidad de agua desmineralizada (preparada) al agua condensada, lo que aumenta en este caso es el contenido de sal en el agua de alimentación, por lo que se debe de abrir la válvula de cierre 30 de la desmineralización del agua de caldera, ajustando luego la válvula de retorno de fango 31 para la descarga de una cantidad correspondiente de agua de caldera de tal manera que la densidad del agua de no exceda 0.3 °Be (Grados Baumé, escala muy utilizada en la industria alimentaria y vitivinícola. Calibrados a 20 °C), caso que el refractómetro tenga que ser desmontado las válvulas 30 y 32 deben ser cerradas. Hay que controlar el agua de calderas al menos una vez por día referente a su densidad, y el exceso de fosfato.

Un lavado de la caldera durante el servicio no debe ser efectuado en los puntos más bajos de la caldera y las válvulas conectadas 9, 9A, 25 – 28 solamente sirven para descargar el sistema de agua de la caldera.

Como ocurre en las calderas debido a un descuido en el tratamiento de agua, se suministra una agua mal tratada, debido a esto ocurre desprendimientos por oxidación de la tubería, esto caso casi siempre se da, por lo que se recomienda examinar después de interrupciones de su marcha los puntos, donde los depósitos de óxido suelen depositarse. Los tubos colectores del hogar están provistos en los fondos de agujero para su revisión respectiva de manera que en estos puntos puedan ser efectuadas lo referente a depósitos de óxido.

Al menos después de 1000 horas de servicio de la caldera tiene que ser sometida a una revisión total en el lado de agua y en el lado de gas de humo.

La descarga del agua de alimentación de la caldera solamente debe realizarse después de que la caldera ha dejado de funcionar.

Para la descarga de la caldera se debe abrir totalmente las válvulas de desaireación 21, 44, 45 y eventualmente 8 y 8A.

Una descarga rápida y un enfriamiento rápido debe evitarse, de no ser así, traería como consecuencia que se deteriore la tubería debido a choque térmico.

Antes de poner en marcha la caldera hay que ventilar a fondo, las puertas de acceso y las chapaletas de gas de humo deben estar abiertas.

Con respecto a las superficies de calefacción, hay que tener cuidado y evitar que se baje la temperatura por debajo del punto de rocío del gas humo de salida. Esto causa posiblemente un pegado (aglomeración) de ceniza volátil y corrosiones, por el que puedan surgir interrupciones de servicio.

Aire de entrada

Para aumentar la temperatura del aire de entrada en la tubería el aire fresco, es precalentado aproximadamente de 30°C hasta aprox. 80°C puede ser recalentado. Esto se obtiene mediante el vapor saturado del tambor superior por medio de las válvulas 33, 34 y 34A. La válvula 33 en el tambor superior debe estar abierta completamente en este caso, las válvulas 34 y 34A sirven para regular la temperatura del aire.

Las temperaturas del aire entrada antes del calefactor y después del mismo podrán ser leídas con los instrumentos instalados para tal fin, estos termómetros incorporados en caso de servicio de bagazo de 50 Tn/h deben tener un rango de 0 a 150 °C y la temperatura de operación deber ser aproximadamente de 30°C delante calefactor de aire y 120°C detrás del mismo y en caso de servicio de bagazo de 60 Tn/h debe ser 30°C delante del calefactor de aire y 125°C detrás de este. Correspondientemente hay que abrir las válvulas 34 y 34^a.

El aire fresco aspirado desde la casa de calderas fue supuesto con 30°C.

Calefactor de aire:

Después de realizado el soplado del recalentador hay que abrir correspondientemente la válvula de vapor 33 sobre el tambor superior y las válvulas 34 y 34A, para recalentar el aire fresco.

Recalentador del agua de alimentación (Economizador):

Cuando ingresa agua al recalentador del agua de alimentación cuando ha ocurrido una parada de la caldera, se realiza una previa desaireación abriendo las puertas de acceso y las chapaletas de gas de humo.

Si la caldera es operada con bagazo en general un recalentamiento del agua de alimentación en el intercambiador de calor no es necesario.

El agua de alimentación pasa por la válvula selectora 7 entrando al recalentador de agua de alimentación.

Si la temperatura de del agua de alimentación detrás de los economizadores de tubos de aletas es menos de 20°C por debajo de la temperatura del vapor saturado, la temperatura de agua detrás del cambiador de calor puede ser bajada correspondientemente cerrando cuidadosamente la válvula 7, la válvula selectora 7 tiene un cono de estrangulamiento, con que una regulación se realiza en forma precisa.

Al arrancar desde el estado frío hay que tener cuidado de que un cierto tiempo el agua fría preparada debe recalentada.

Soplador de hollín:

Los sopladores de hollín de la caldera ubicados en el hogar, tiene que ser efectuada al menos cada 8 horas según la especie y la intensidad de las impurezas.

Según el tipo del combustible y la carga de la caldera que influyen considerablemente en las impurezas hay que determinar mediante control, y observación el tiempo en que el hollín tiene que ser soplado.

Durante el proceso de soplado de hollín hay que trabajar con mayor tiro de la salida de humos de la caldera para que la ceniza volátil remolinada pueda ser quitada de la chimenea.

En este caso las válvulas de drenaje abiertas 52 situadas en la parte inferior del hogar y por debajo de las tuberías de los sopladores de hollín, deben ser abiertas totalmente, también se abrirá totalmente la válvula de alimentación de vapor 50 en la salida del vapor sobrecalentado. Las válvulas de drenaje deben ser estranguladas solo cuando se tiene la certeza de que pasa vapor enteramente seco.

Durante el proceso de soplado de hollín las válvulas de drenaje quedan medias abiertas.

El soplador de hollín se efectúa en el orden siguiente:

- a) Tubos de pared delantera: 2 sopladores de empuje de retorno de la pared frontal.
- b) Tubos de pared lateral: sopladores de empuje de retorno a la izquierda y a la derecha.
- c) Haces de tubos hacia debajo de la caldera: sopladores de tubos rotatorios a la izquierda y a la derecha.
- d) Haces de tubos hacia arriba de la caldera: sopladores de tubos rotatorios a la izquierda y a la derecha.

- e) Recalentadores superiores: sopladores de tubos rotatorios a la izquierda y a la derecha
- f) Recalentadores inferiores: sopladores de tubos rotatorios a la izquierda y a la derecha
- g) Haces de tubos de caldera 2do. Tiro: sopladores de tubos rotatorios a la izquierda y a la derecha.
- h) La tobera de los sopladores de empuje de retorno 1-2 deben ser retraída completamente después de un proceso de soplado.

En este caso la válvula de cierre rápido de los sopladores de hollín se abre automáticamente al maniobrar, al inicio del soplador angular.

Después de maniobrados los sopladores de caldera y de los recalentadores los economizadores deben ser soplados mediante los sopladores economizadores H e I , a saber primeramente de un lado hacia el otro. Hay que abrir la válvula de vapor de alimentación cuando la válvula de drenaje 53 sea abierta. La válvula 53 debe ser estrangulada solo cuando vapor enteramente seco pasa por la tubería. Entonces se manobra el soplador inferior del economizador. Después del proceso de soplado hay que cerrar inmediatamente las válvulas de alimentación de vapor 51 y abrir enteramente las válvulas de drenaje 53.

Después de terminada el proceso de soplado total de hollín hay que cerrar la válvula de vapor de alimentación 50 y abrir enteramente las válvulas de drenaje 52 y 53 y reiniciar el proceso.

4.2.1. Parada de la caldera.

Primeramente hay que dejar de alimentar el hogar. Para ello véase las instrucciones de servicio para el hogar de avance de bagazo.

Cerrar la compuerta de vapor 33 de aire de combustión.

a) Una alimentación ligera de agua de entrada debe seguir efectuándose mediante el recalentador de agua de alimentación hasta cuando el fuego en el hogar de la caldera se haya apagado enteramente.

Después de parada la caldera el agua en el vaso de nivel, debe quedar siempre visible, de no ser así será necesario volver a realimentar agua.

b) Cerrar la compuerta de vapor sobrecalentado 48, cuando el calor acumulado del hogar no desarrolle ningún vapor intenso y la descarga del vapor se haya reducido a cero o la presión del vapor caiga.

c) Sacar fuera de sintonía el regulador de agua de alimentación y cuando sea necesario, realimentar normalmente.

Entonces hay que cerrar las válvulas 1 y 3.

d) Si la presión de la caldera aumenta nuevamente debido al calor acumulado en el hogar de la caldera la válvula de arranque 42 debe ser abierta un poco después de ser abierta la válvula 43.

e) El enfriamiento de la caldera debe efectuarse lenta y uniformemente, La aeración continua después de desconectado el tiro de succión tiene que efectuarse con tiro natural (chimenea). Para un enfriamiento más rápido de la caldera las puertas de fundición no deben ser abiertas de ninguna manera. Solamente en casos urgentes de excepción puede ser efectuado para la aceleración después de aprox. 12 horas de haber parado, esto se debe de realizar muy cautamente y con las puertas solamente abiertas un poco. Un enfriamiento demasiado rápido conlleva a daños en el hogar de la caldera especialmente en la cámara de combustión.

f) Hasta el enfriamiento definitivo el recalentador de agua de alimentación debe quedar lleno de agua.

g) Solamente después de una aeración suficiente de la caldera las chapaletas de gas- humo, en la parte de salida de la caldera deben ser cerradas. En el caso de que la caldera deba ser descargada (vacuada), hay que hacerlo solamente después de haberla enfriado suficientemente.

4.2.2. Estado de parada de la caldera.

Para proteger contra las corrosiones, ocasionadas principalmente por la presencia de oxígeno en el agua, originado por usar una agua no tratada en la entrada de la caldera. Pero en el estado de descarga está expuesto a corrosiones debido a residuos de agua quedados cuando ocurre la formación de agua del vapor que es condensado.

En estado de parada hay que evitar absolutamente que pase el aire por los tambores, los tubos de caldera, recalentadores, tubería de descarga así como tubería de alimentación y de vapor sobrecalentado. Todas las válvulas de cierre deben ser mantenidas en estado cerrado. Si se quiere que la caldera se halle en estado pronto para el servicio, esta es llenada de agua de alimentación desgasificada, fuertemente alcalina y conteniendo sulfato y mantenida bajo presión.

Es más ventajoso de adicionar hidracina en vez de sulfato antes de parar la caldera. La concentración de hidracina en la caldera debe elevarse a aprox. $15 - 20 \text{ g/m}^3 \text{ N}_2\text{H}_4$.

La caldera conservada con este contenido aumentado de hidracina puede ser nuevamente puesta en marcha el exceso de hidracina existente no impide.

En caso de una parada más larga sería más recomendable, aumentar la adición de 50 – 80 gramos de N_2H_4/m^3 . Hay que tener cuidado que la caldera así como el recalentador sean llenado completamente de agua de alimentación.

Para combinar 1 gramo de oxígeno 1 gramo N_2H_4 es necesario (correspondiente a aprox. 6 gramos de hidrato de hidracina 24%).

Queda entendido que en caso de la nueva puesta de la caldera el relleno es descargado hasta el nivel más bajo (de agua) mediante las válvulas de descarga del tambor 22.

En servicio normal para la alcalinización son adicionados fijos, estos son productos químicos usados para agua de alimentación de la caldera.

4.2.3. Generalidades en el servicio de la caldera.

a) Las válvulas deben ser abiertas y cerradas muy cuidadosamente. Hay que dedicar especial cuidado a los dispositivos de descarga. A las tuberías del hogar (calentamiento) se desaguan observando las propiedades físicas. Las tuberías de vapor se calientan lentamente.

b) No es permitido tomar de la caldera agua caliente para necesidades locales.

c) El nivel de agua debe ser siempre suficientemente alto. Durante el servicio el nivel del agua no debe caer de ninguna manera por debajo de la marca “nivel mas bajo del agua”.

En caso de falta de agua y si el agua en el visor tipo vaso de nivel, si el nivel de agua cae por debajo de la vista, pero si una presión alta todavía existe en la tubería de alimentación, se debe, sacar fuera de control al regulador de agua de alimentación y efectuar la alimentación eventualmente mediante la tubería de by – pass, con lo cual se regula manualmente el ingreso de agua a la caldera con la válvula 4. si este ensayo queda sin dar resultado hay que reducir el fuego hasta que la alimentación haya sido repuesto. Si durante el servicio se diera el caso que el nivel del agua no pudiera determina exactamente en la caldera con toda seguridad hay que informar inmediatamente a la gerencia la ocurrencia del caso. Durante el servicio, en lo posible, todos los dispositivos de nivel de agua deberán esatar alumbrados correctamente y los dispositivos de protección tienen que estar en mejor orden. Los dispositivos de alimentación deben hallarse en inmejorable estado y los controles de regulación deben ser verificados repetidas veces.

4.3. Análisis de las Variables asociados al proceso.

Las variables utilizadas para el Control de la Automatización de la Caldera, son instrumentos, los que se ha seleccionado cuidadosamente, teniendo en cuenta las normas aplicables para realizar una combustión adecuada, de alta eficiencia y utilizando bagazo

como combustible, para lo cual se ha elaborado una lista de instrumentos, a los que se les ha nombrado con sus tags respectivos, es decir el nombre de cada instrumento de acuerdo a la norma ISA, como se muestra en los P&ID del proceso mostrado en el plano 50-1033-1, (Ver Anexo G: Flujograma del proceso).

4.3.1. Lista de Instrumentos.

 EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE S.A.A. 					
LISTA DE INSTRUMENTOS					
130-LI-001 Octubre del 2007					
No	TAG	DESCRIPCIÓN	SERVICIO	FABRICANTE	COMENTARIO
1	130-PIT-001	Transmisor de Presión	Agua de Alimentación	ABB	
2	130-FIT-002	Transmisor de Flujo	Agua de Alimentación	ABB	
3	130-FCV-003	Válvula de Control de Flujo	Agua de Alimentación	ABB	
4	130-TT-004	Transmisor de Temperatura	Agua de Alimentación Entrada	ABB	
5	130-TT-005A	Transmisor de Temperatura	Agua Pos Economizador Derecho	ABB	NO INSTALADO
6	130-TT-005B	Transmisor de Temperatura	Agua Pos Economizador Izquierdo	ABB	NO INSTALADO
7	130-TT-006	Transmisor de Temperatura	Agua Salida de Economizador	ABB	
8	130-PIT-008	Transmisor de Presión	Domo Superior	ABB	
9	130-PCV-008	Válvula de Posición	Domo Superior Alivio	ABB	
10	130-LIT 009	Indicador de Nivel	Domo Superior	ABB	
11	130-PIT-012	Transmisor de Presión	Aire Primario	ABB	
12	130-TT-013	Transmisor de Temperatura	Aire Primario Antes de Recalentador	ABB	
13	130-PIT-014A	Transmisor de Presión	Aire Primario Detrás del Precaentador Derecho	ABB	
14	130-PIT-014B	Transmisor de Presión	Aire Primario Detrás del Precaentador Izquierdo	ABB	
15	130-TT-015A	Transmisor de Temperatura	Aire Primario Detrás del Recalentador Derecho	ABB	
16	130-TT-015B	Transmisor de Temperatura	Aire Primario Detrás del Recalentador Izquierdo	ABB	
17	130-ZT-016	Control de Posición de compuerta	Damper Aire Primario	ABB	

18	I30-XS-016A	Posicionador de Compuerta	Damper Aire Primario	ABB	
19	I30-XS-016B	Posicionador de Compuerta	Damper Aire Primario	ABB	
20	I30-LSH-25	Switch de Nivel Alto	Alimentación dosificador de Bagazo # 1	ABB	
21	I30-LSLL-25	Switch de Nivel Bajo	Alimentación dosificador de Bagazo # 1	ABB	
22	I30-LSH-26	Switch de Nivel Alto	Alimentación dosificador de Bagazo # 2	ABB	
23	I30-LSLL-26	Switch de Nivel Bajo	Alimentación dosificador de Bagazo # 2	ABB	
24	I30-LSH-27	Switch de Nivel Alto	Alimentación dosificador de Bagazo # 3	ABB	
25	I30-LSLL-27	Switch de Nivel Bajo	Alimentación dosificador de Bagazo # 3	ABB	
26	I30-LSH-28	Switch de Nivel Alto	Alimentación dosificador de Bagazo # 4	ABB	
27	I30-LSLL-28	Switch de Nivel Bajo	Alimentación dosificador de Bagazo # 4	ABB	
28	I30-LSH-29	Switch de Nivel Alto	Alimentación dosificador de Bagazo # 5	ABB	
29	I30-LSLL-29	Switch de Nivel Bajo	Alimentación dosificador de Bagazo # 5	ABB	
30	I30-TT-031	Transmisor de Temperatura	Sobre Calentador # 1 Salida de Vapor	ABB	
31	I30-TT-032	Transmisor de Temperatura	Pos Calentador # 2 Salida de Vapor	ABB	
32	I30-TT-033	Transmisor de Temperatura	Salida de Calentador # 2 Salida de Vapor	ABB	ANULADO
33	I30-TCV-034	Válvula de control de Presión	Atemperación de vapor de la Caldera	ABB	ANULADO
34	I30-TT-035	Transmisor de Temperatura	Salida de Vapor	ABB	
35	I30-FIT-036	Transmisor de Flujo	Salida de Vapor	ABB	
36	I30-PIT-037	Transmisor de Presión	Salida de Vapor	ABB	
37	I30-PIT-038	Transmisor de Presión	Tubería Principal a Turbinas Master	ABB	
38	I30-ZT-041	Variador Control de Presión	Damper Ventilador Inducido # 1	ABB	
39	I30-XS-041A	Indicador de Posición	Damper Ventilador Inducido # 1	ABB	
40	I30-XS-041B	Indicador de Posición	Damper Ventilador Inducido # 1	ABB	
41	I30-ZT-042	Variador Control de Presión	Damper Ventilador Inducido # 2	ABB	
42	I30-XS-042A	Indicador de Posición	Damper Ventilador Inducido # 2	ABB	
43	I30-XS-042B	Indicador de Posición	Damper Ventilador Inducido # 2	ABB	

44	130-PIT-043	Transmisor de Presión	Hogar de Caldera	ABB	
45	130-LSH-44A	Switch de Nivel Alto	Cenizas de Ciclón # 1	ABB	
46	130-LSL-44B	Switch de Nivel Bajo	Cenizas de Ciclón # 2	ABB	
47	130-PIT-045A	Transmisor de Presión	Gases Salida Economizador Derecho	ABB	
48	130-PIT-045B	Transmisor de Presión	Gases Salida Economizador Izquierdo	ABB	
49	130-PIT-045C	Transmisor de Presión	Gases Salida Ciclón Derecho	ABB	
50	130-PIT-045D	Transmisor de Presión	Gases Salida Ciclón Izquierdo	ABB	
51	130-PIT-045E	Transmisor de Presión	Gases Salida de Lavador lado Derecho	ABB	POR DEFINIR
52	130-PIT-045F	Transmisor de Presión	Gases Salida de Lavador Izquierdo	ABB	POR DEFINIR
53	130-TT-046A	Transmisor de Temperatura	Gases después del Recalentador Derecho	ABB	
54	130-TT-046B	Transmisor de Temperatura	Gases después de Recalentador Izquierdo	ABB	
55	130-TT-047A	Transmisor de Temperatura	Gases Antes de Recalentador Derecho	ABB	
56	130-TT-047B	Transmisor de Temperatura	Gases Antes de Recalentador Izquierdo	ABB	
57	130-PIT-048	Transmisor de Presión	Gases Salida Caldera	ABB	
58	130-AIT-049A	Analizador y Transmisor	Analizador O2 Chimenea	ABB	
59	130-AIT-049B	Analizador y Transmisor	Analizador COe	ABB	
60	130-XV-095	Válvula de Control	Admisión Soplador de Hollín	Vendedor	
61	130-XV-094	Válvula de Control	Dreno Soplador de Hollín	Vendedor	
62	130-PIT-070A	Transmisor de Presión	Aire Primario detrás del Precaentador Derecho	ABB	
63	130-PIT-070B	Transmisor de Presión	Aire Primario detrás del Precaentador Izquierdo	ABB	
64	130-XV-093	Válvula de Control	Soplador de Hollín Retráctil	Vendedor	
65	130-TT-080	Transmisor de Temperatura	Eficiencia Economizador Recalentador	ABB	
66	130-AIT-090	Analizador de Conductividad de Agua	Domo Superior Conductividad de Agua	ABB	
67	130-FVC-090	Válvula de Control	Purga del Domo Superior	Vendedor	
68	130-PIT-102	Transmisor de Presión	Posición Pulmón Aire	ABB	
69	130-ZS-093	Sensor Inductivo	Drenaje Soplador Hollín	Vendedor	
70	130-ZS-094	Sensor Inductivo	Drenaje Soplador Hollín	Vendedor	

71	130-ZS-095	Sensor Inductivo	Admisión Soplador Hollín	Vendedor	
72	130-ZS-104A	Sensor Inductivo	Soplador de Hollín Retráctil	Vendedor	
73	130-ZS-104B	Sensor Inductivo	Soplador de Hollín Retráctil	Vendedor	
74	130-ZS-105A	Sensor Inductivo	Soplador de Hollín Retráctil	Vendedor	
75	130-ZS-105B	Sensor Inductivo	Soplador de Hollín Retráctil	Vendedor	
76	130-ZS-106	Sensor Inductivo	Soplador de Hollín Fijo	Vendedor	
77	130-ZS-107	Sensor Inductivo	Soplador de Hollín Fijo	Vendedor	
78	130-ZT-015	Control de Posición con puerta	Damper de Aire Secundario	ABB	
79	130-XS-015A	Posicionador de Compuerta	Damper de Aire Secundario	ABB	
80	130-XS-015B	Posicionador de Compuerta	Damper de Aire Secundario	ABB	

4.3.2. Lista de señales de control.

Las listas de señales tienen los mismos tags que los instrumentos. Solo que en el cuadro se le adiciona las señales de entrada y salida, que pueden ser Digitales o Análogas, esto para dimensionar el tamaño del controlador, la lista es la siguiente:

		EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE S.A.A.									
						130-LI-002					
		LISTADO DE PUNTOS ENTRADAS Y SALIDAS - CALDERO				oct-07					
		N°11									
ITEM	Descripción Area	Area	Simbol	Seq	Digit	Function	DI	DO	AI	AO	

1	Caldero N°11	130	PIT	001		Pressure Indicating Transmitter	0	0	1	0
2	Caldero N°11	130	FIT	002		Flow Indicating Transmitter	0	0	1	0
3	Caldero N°11	130	FCV	003		Flow Control Valve	0	0	0	1
4	Caldero N°11	130	TT	004		Temperature Transmitter	0	0	1	0
5	Caldero N°11	130	TT	005	A	Temperature Transmitter	0	0	1	0
6	Caldero N°11	130	TT	005	B	Temperature Transmitter	0	0	1	0
7	Caldero N°11	130	TT	006		Temperature Transmitter	0	0	1	0
8	Caldero N°11	130	TT	007		Temperature Transmitter	0	0	1	0
9	Caldero N°11	130	PIT	008		Pressure Indicating Transmitter	0	0	1	0
10	Caldero N°11	130	XV	008		ON/OFF Valve	2	1	0	0
11	Caldero N°11	130	LIT	009		Level Indicating Transmitter	0	0	1	0
12	Caldero N°11	130	M	011		Motor	2	2	0	0
13	Caldero N°11	130	IT	011		Current Transmitter	0	0	1	0
14	Caldero N°11	130	PIT	012		Pressure Indicating Transmitter	0	0	1	0
15	Caldero N°11	130	TT	013		Temperature Transmitter	0	0	1	0
16	Caldero N°11	130	PIT	014	A	Pressure Indicating Transmitter	0	0	1	0
17	Caldero N°11	130	PIT	014	B	Pressure Indicating Transmitter	0	0	1	0
18	Caldero N°11	130	TT	015	A	Temperature Transmitter	0	0	1	0
19	Caldero N°11	130	TT	015	B	Temperature Transmitter	0	0	1	0

20	Caldero N°11	130	PCV	016		Presure Control Valve	0	0	0	1
21	Caldero N°11	130	ZT	016		Position Transmitter	0	0	1	0
22	Caldero N°11	130	SIC	017		Speed Controler	3	2	2	1
23	Caldero N°11	130	M	018		Motor	2	2	0	0
24	Caldero N°11	130	SIC	019		Speed Controler	3	2	2	1
25	Caldero N°11	130	SIC	020		Speed Controler	3	2	2	1
26	Caldero N°11	130	SIC	021		Speed Controler	3	2	2	1
27	Caldero N°11	130	SIC	022		Speed Controler	3	2	2	1
28	Caldero N°11	130	SIC	023		Speed Controler	3	2	2	1
29	Caldero N°11	130	LSH	025		Level Switch High	1	0	0	0
30	Caldero N°11	130	LSLL	025		Level Switch Low-Low	1	0	0	0
31	Caldero N°11	130	LSH	026		Level Switch High	1	0	0	0
32	Caldero N°11	130	LSLL	026		Level Switch Low-Low	1	0	0	0
33	Caldero N°11	130	LSH	027		Level Switch High	1	0	0	0
34	Caldero N°11	130	LSLL	027		Level Switch Low-Low	1	0	0	0
35	Caldero N°11	130	LSH	028		Level Switch High	1	0	0	0
36	Caldero N°11	130	LSLL	028		Level Switch Low-Low	1	0	0	0
37	Caldero N°11	130	LSH	029		Level Switch High	1	0	0	0
38	Caldero N°11	130	LSLL	029		Level Switch Low-Low	1	0	0	0

39	Caldero N°11	130	TT	031		Temperature Transmitter	0	0	1	0
40	Caldero N°11	130	TT	032		Temperature Transmitter	0	0	1	0
41	Caldero N°11	130	TT	033		Temperature Transmitter	0	0	1	0
42	Caldero N°11	130	TCV	034		Temperature Transmitter	0	0	0	1
43	Caldero N°11	130	TT	035		Temperature Transmitter	0	0	1	0
44	Caldero N°11	130	FIT	036		Flow Indicating Transmitter	0	0	1	0
45	Caldero N°11	130	PIT	037		Pressure Indicating Transmitter	0	0	1	0
46	Caldero N°11	130	PIT	038		Pressure Indicating Transmitter	0	0	1	0
47	Caldero N°11	130	M	039		Motor	2	2	0	0
48	Caldero N°11	130	IT	039		Current Transmitter	0	0	1	0
49	Caldero N°11	130	M	040		Motor	2	2	0	0
50	Caldero N°11	130	IT	040		Current Transmitter	0	0	1	0
51	Caldero N°11	130	PCV	041		Pressure Control Valve	0	0	0	1
52	Caldero N°11	130	ZT	041		Position Transmitter	0	0	1	0
53	Caldero N°11	130	PCV	042		Pressure Control Valve	0	0	0	1
54	Caldero N°11	130	ZT	042		Position Transmitter	0	0	1	0
55	Caldero N°11	130	PIT	043		Pressure Indicating Transmitter	0	0	1	0
56	Caldero N°11	130	M	044	A	Motor	2	2	0	0
57	Caldero N°11	130	XV	044	A	ON/OFF Valve	2	1	0	0

58	Caldero Nº11	130	LSH	044	A	Level Switch High	1	0	0	0
59	Caldero Nº11	130	M	044	B	Motor	2	2	0	0
60	Caldero Nº11	130	XV	044	B	ON/OFF Valve	2	1	0	0
61	Caldero Nº11	130	LSL	044	B	Level Switch Low	1	0	0	0
62	Caldero Nº11	130	PIT	045	A	Presure Indicating Transmitter	0	0	1	0
63	Caldero Nº11	130	PIT	045	B	Presure Indicating Transmitter	0	0	1	0
64	Caldero Nº11	130	PIT	045	C	Presure Indicating Transmitter	0	0	1	0
65	Caldero Nº11	130	PIT	045	D	Presure Indicating Transmitter	0	0	1	0
66	Caldero Nº11	130	PIT	045	E	Presure Indicating Transmitter	0	0	1	0
67	Caldero Nº11	130	PIT	045	F	Presure Indicating Transmitter	0	0	1	0
68	Caldero Nº11	130	TT	046	A	Temperature Transmitter	0	0	1	0
69	Caldero Nº11	130	TT	046	B	Temperature Transmitter	0	0	1	0
70	Caldero Nº11	130	TT	047	A	Temperature Transmitter	0	0	1	0
71	Caldero Nº11	130	TT	047	B	Temperature Transmitter	0	0	1	0
72	Caldero Nº11	130	PIT	048		Presure Indicating Transmitter	0	0	1	0
73	Caldero Nº11	130	AIT	049		Analytical Indicating Transmitter	0	0	1	0
74	Caldero Nº11	130	M	050		Motor	2	2	0	0
75	Caldero Nº11	130	M	051		Motor	2	2	0	0
76	Caldero Nº11	130	M	052		Motor	2	2	0	0

77	Caldero N°11	130	M	055		Motor	2	2	0	0
78	Caldero N°11	130	M	056		Motor	2	2	0	0
79	Caldero N°11	130	M	057		Motor	2	2	0	0
80	Caldero N°11	130	M	058		Motor	2	2	0	0
81	Caldero N°11	130	M	059		Motor	2	2	0	0
82	Caldero N°11	130	M	060		Motor	2	2	0	0
83	Caldero N°11	130	M	061		Motor	2	2	0	0
84	Caldero N°11	130	M	062		Motor	2	2	0	0
85	Caldero N°11	130	M	063		Motor	2	2	0	0
86	Caldero N°11	130	M	064		Motor	2	2	0	0
87	Caldero N°11	130	M	065		Motor	2	2	0	0
88	Caldero N°11	130	M	066		Motor	2	2	0	0
89	Caldero N°11	130	XV	067		ON/OFF Valve	2	1	0	0
90	Caldero N°11	130	XV	068		ON/OFF Valve	2	1	0	0
91	Caldero N°11	130	PIT	070	A	Pressure Indicating Transmitter	0	0	1	0
92	Caldero N°11	130	PIT	070	B	Pressure Indicating Transmitter	0	0	1	0
93	Caldero N°11	130	XV	071		ON/OFF Valve	2	1	0	0
94	Caldero N°11	130	XV	072		ON/OFF Valve	2	1	0	0
95	Caldero N°11	130	XV	073		ON/OFF Valve	2	1	0	0

96	Caldero N°11	130	XV	074		ON/OFF Valve	2	1	0	0
97	Caldero N°11	130	XV	075		ON/OFF Valve	2	1	0	0
98	Caldero N°11	130	TT	080		Temperature Transmitter	0	0	1	0
99	Caldero N°11	130	AIT	090		Analytical Indicating Transmitter	0	0	1	0
100	Caldero N°11	130	XV	090		ON/OFF Valve	2	1	0	0
101	Caldero N°11	130	XV	091		ON/OFF Valve	2	1	0	0
102	Caldero N°11	130	M	101		Motor	2	2	0	0
103	Caldero N°11	130	PIT	102		Pressure Indicating Transmitter	0	0	1	0
	TOTAL DE SEÑALES DE ENTRADA/SALIDA A CONTROLAR						98	68	58	11
	TOTAL DE SEÑALES DE ENTRADA/SALIDA A CONTROLAR + RESERVAS						118	82	70	13

4.3.3. Hoja de datos de la instrumentación.

A la hoja de datos, se le conoce también como Data Sheet, este documento es un resumen de las características técnicas básicas del equipo, sirven para seleccionar un equipo; es decir, es un resumen de las especificaciones técnicas generales del equipo, que se desarrollan cuando se realiza un proyecto. En las especificaciones técnicas se indican en detalle todas las características, que debe cumplir un equipo seleccionado. Los Data sheet por lo tanto son documentos en donde se especifican las características técnicas básicas mínimas de los equipos seleccionados en un proyecto, se le usa generalmente para la compra. Los Data Sheet realizados para todos los instrumentos del presente proyecto (Ver Anexo H: Hoja de datos - Data Sheet).

4.3.4. Lazos de control del Proyecto.

Una vez especificado la instrumentación y con las estrategias de control diseñadas, se realizan los lazos de control (Ver Anexo I: Lazos de Control), en estos documentos se representa la realización de la interconexión de los equipos instalados en planta el

recorrido de los mismos (marshaline) pasando por las cajas de conexiones (Junction Box) y llegando a la borneras de los tableros de control donde están ubicados los controladores (PLCs) y la interacción de los bloques de control que realizara el controlador para la automatización final del proyecto.

4.3.5. Lista de cables de instrumentación.

En todo proyecto una vez realizado los lazos de control, se tiene ya el diseño de la ingeniería, en este caso solo falta realizar la lista de cables de control e instrumentación para la ejecución final de la obra, la lista de instrumentos es muy importante para este punto del proceso, ya que en él se muestra cómo será la interconexión de los instrumentos de campo hasta el tablero de control (Ver Anexo J: Lista de Cables de Instrumentos), Como se ve este documento le sirve al instalador para que no tenga ningún problema en el momento de realizar las interconexiones respectivas de todo el proyecto.

4.3.6. Pruebas de Comisionamiento.

Para finalizar el proyecto se realizan las pruebas de precomisionamiento y las pruebas de comisionamiento del sistema instalado.

a) Pruebas de Precomisionamiento.

Las pruebas de precomisionamiento consisten, en la verificación total de la instrumentación solicitada para el proyecto, en ellas se verifican con los data sheet, los instrumentos llegados, su estado físicamente, si los datos técnicos de placa coinciden con los solicitados y ver si los equipos están en un buen estado de funcionamiento, para ello se alimentan los equipos, luego se verifican los rangos solicitados y se realiza una pre calibración con los rangos de los procesos, es decir los instrumentos quedan listos para ser instalados con la certeza que todos están operativos, descartando con ello cualquier defecto de fábrica o golpes por efectos del transporte.

b) Comisionamiento.

El comisionamiento se realiza una vez que los instrumentos y equipos han sido instalados en las diferentes partes de proceso de la caldera, de acuerdo los P&ID construido y diseñado para el proyecto. El comisionamiento consiste en hacer los ajustes finales en línea, verificando todas las conexiones, la numeración de los cables involucrados, la forma de la instalación para garantizar la continuidad del funcionamiento de los mismos, el comisionamiento se realiza con instrumentos homologados y calibrados para cada caso,

generalmente se usan calibradores universales, calibradores particulares para cada caso de instrumentos.

4.4. Presupuesto de la ejecución del Proyecto.

Industrial Controls S.A.C. en donde, fue contratado para realizar la ingeniería básica y de detalle de la instrumentación y control de la caldera No 11 del Complejo Agro Industrial Casa Grade en la provincia de Ascope departamento de la Libertad, el presupuesto que presento, fue con la que ganamos la buena pro de la Obra, puesto que el proyecto integral lo gano la Compañía ABB y fueron ellos los que nos subcontrataron a nosotros para la automatización de la caldera.

El presupuesto se realizo teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

a) Se realizó primero la **Ingeniería de detalle** de la obra, en donde el tiempo de ejecución fue de 36 días conforme al cronograma (Ver Anexo K: Cronograma de Ejecución Ingeniería de Detalle), el costo de la obra se muestra en el siguiente cuadro, cabe resaltar que el cronograma y el presupuesto, para el desarrollo de la Ingeniería fue la oferta que se ganó la Buena Pro, para la ejecución del trabajo.

Tabla 4.1 Presupuesto base estimado de la obra.

Descripción	Monto (U.S.\$)	% de Distribución
Elaboración de la documentación que conforman el proyecto: Documentos para las O/C, Lista de instrumentos, lista de cables, diagramas de lazo, etc, elaboración de planos as built, para completar el proyecto.	21 637.33	62.9%
Elaboración de las estrategias de control, elaboración de los data sheet de toda la instrumentación	9 625.80	28%
Recopilación de información técnica del proyecto y recopilación de los documentos para el cliente.	3 125.29	9.1%
Total de la Inversión	34,388.42	100.00%

No incluye IGV		
----------------	--	--

b) De igual manera se presentó otro presupuesto para la obra de **Instalación de Instrumentos**, para tal caso también se realizó un cronograma de ejecución de obra (Ver Anexo L: Cronograma de Actividades de Construcción), en el que se puede notar que el tiempo de duración de la obra fue de 36 días y el resumen económico de la obra se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 4.2 Resúmenes Económicos para la obra de Instalación.

Item	Cant.	Descripción	P. Unitario (\$)	P. Total
1	1	Instalación de sensores y transmisores según Ingeniería de detalle, incluye accesorios de montaje e instalación	15 780.00	15 780.00
2	1	Tendido y conexión de cables de instrumentación de los instrumentos de campo a la sala de control, incluye consumibles y cables de instrumentación.	16 078.00	16 078.00
3	1	Instalación de las válvulas de control y válvulas manuales, incluye consumibles para la instalación respectiva	8 186.00	8 186.00
4	1	Instalación y tendido de la red neumática, para las válvulas de control y válvulas de alivio, incluye tubería galvanizada y tubing de ¼" y demás consumibles.	3 778.00	3 778.00
TOTAL \$ USA (NO INCLUYE I.G.V.)				43,822.00

También notamos, que con el presente presupuesto económico y el cronograma presentado se gana la buena pro para la obra de instalación y montaje del Caldero No. 11 de la Compañía Agro Industrial Casa Grande S.A.A.

CONCLUSIONES

1. Automatización Instrumentación Caldera No. 11.

Para la realización del proyecto se ha tenido el apoyo respectivo de la empresa ABB nuestro contratista, pero como en todo proyecto hubo retrasos por parte de Casagrande, porque de ellos dependíamos para nuestro avance, ellos estaban en la parte constructiva de la caldera.

Una de las conclusiones más importantes de este proyecto, se puede decir lo importante que es la prueba del precomisionamiento de instrumentos, ya que con estas pruebas se verifican el estado real de la instrumentación que se va instalar; en el presente proyecto se tuvo los siguientes casos:

- Tres transmisores de presión diferencial 130-FIT-002, 130-FIT-036, 130-LIT-009, no llegaron sus válvulas manifold, por lo que no se podía realizar su instalación hasta que estos lleguen, es un problema de suministro de equipos, se realizó su calibración.
- El transmisor de flujo 130-FIT-036, lo correcto es que debe de medir en Tn/h por tratarse de medición de flujo de vapor, pero el instrumento, es sólo un transmisor de presión diferencial, no es un transmisor multivariable para que haga el cálculo de flujo másico, suponemos que esto se realizará en el PLC o en la PC de supervisión, por lo que la calibración se realizó como flujo volumétrico.
- Los transmisores de presión modelo 264AS son transmisores de presión absoluta, cuyo rango no es el indicado, el Span del rango solicitado es de 0.26KPa y el equipo tiene como mínimo un rango de 0.65KPa, con este problema son ocho transmisores de presión los cuales no se ha realizado su calibración, queda pendiente hasta solucionar este impase.

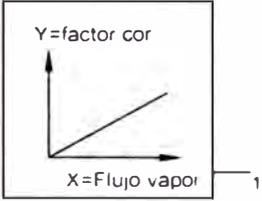
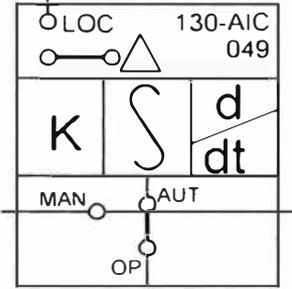
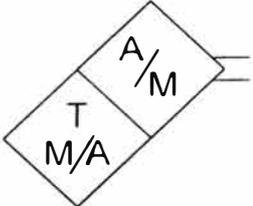
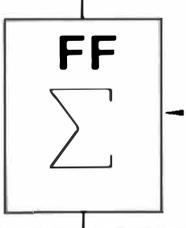
- Queda pendiente la calibración del analizador de Oxígeno, se realizará con los gases patrones de calibración que no han llegado.
- Falta calibrar la válvula de control 130-TCV-034, no ha llegado según listado, aún no ha sido suministrado por ABB, no se nos ha informado cuando llegará esta válvula.
- La válvula de control 130-FCV-003, una vez calibrado debe quedar con el actuador normalmente abierto, pero revisando el sistema, éste ha venido para normal cerrado, y al parecer no se puede invertir la acción, por lo que se solicitó la información técnica del actuador para ver si es posible hace la inversión y dejar como lo solicita el cliente.
- Llegaron seis bridas fuera de norma se solicitaba ANSI 600 SCH 80 y los que llegaron era de otra norma, gracias a esta gestión llegaron los equipos a tiempo, aquí vemos la importancia de realizar el precomisionamiento de equipos, cumplió su función a cabalidad.
- Otra de las conclusiones es la importancia de realizar la Ingeniería en el mismo terreno, esto facilita el levantamiento de cualquier duda, mas aún cuando se realiza la ingeniería de los detalles de instalación de equipos, ya que se diseña exactamente como debe quedar instalado finalmente en la planta

2. Desarrollo de Ingeniería del proyecto.

- En el desarrollo de la ingeniería se podría concluir, lo importante que es tener un cronograma estratégico y desarrollarlo conforme al documento, en esta parte de la ingeniería se concluyó de acuerdo a los tiempos estimados.
- La presentación de los planos de instrumentación se adecuan mejor cuando se usa papel en formato A3 y no en A4, ya que en ellos hay mayor visibilidad en los trazos y los detalles que se han dibujado.

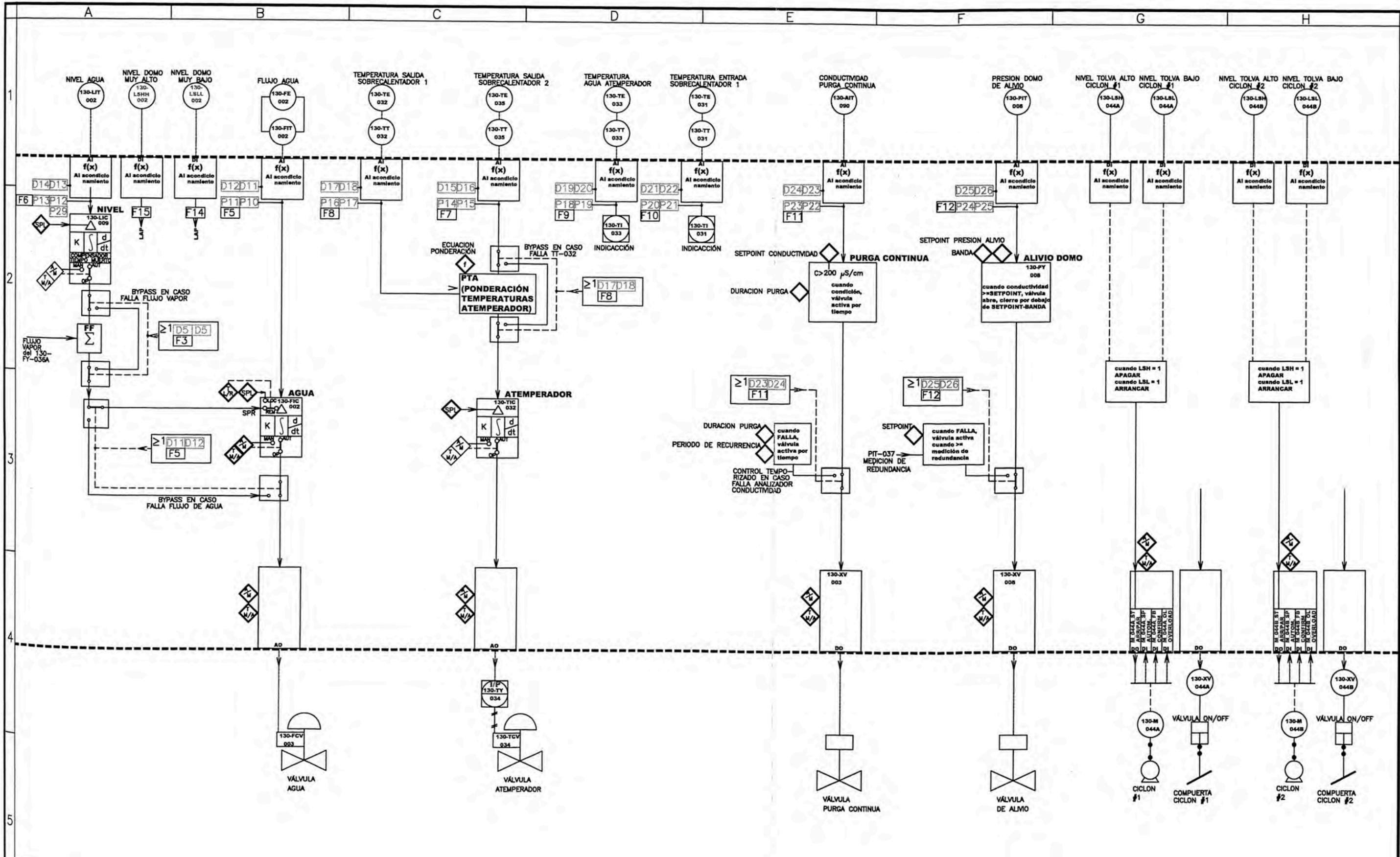
ANEXOS

ANEXO A
SIMBOLOGÍA SAMA

SIMBOLO	DESCRIPCION
F(x)	Función de acondicionamiento de señal de campo.
	SET POINT LOCAL
	Curva de correlacion de variables
	Lazo de control PID (Proporcional-Integral-Derivativo)
	Ingreso de factor para cálculo por Ingeniero
	Configuración por Ingeniero
	Configuración por Operador
	Ganancia FeedForwad o en Adelante

ANEXO B

ESTRATEGIA CALDERO # 11, COMBUSTIÓN



color magenta: señales, ej. SIC_023_VEL
 color azul: funciones, ej. 130-SIC_023
 color B: incertidumbre, ej. ?
 SPL: SETPOINT LOCAL (en pantalla)
 SPR: SETPOINT REMOTO
 color 213: ejemplo de cálculo

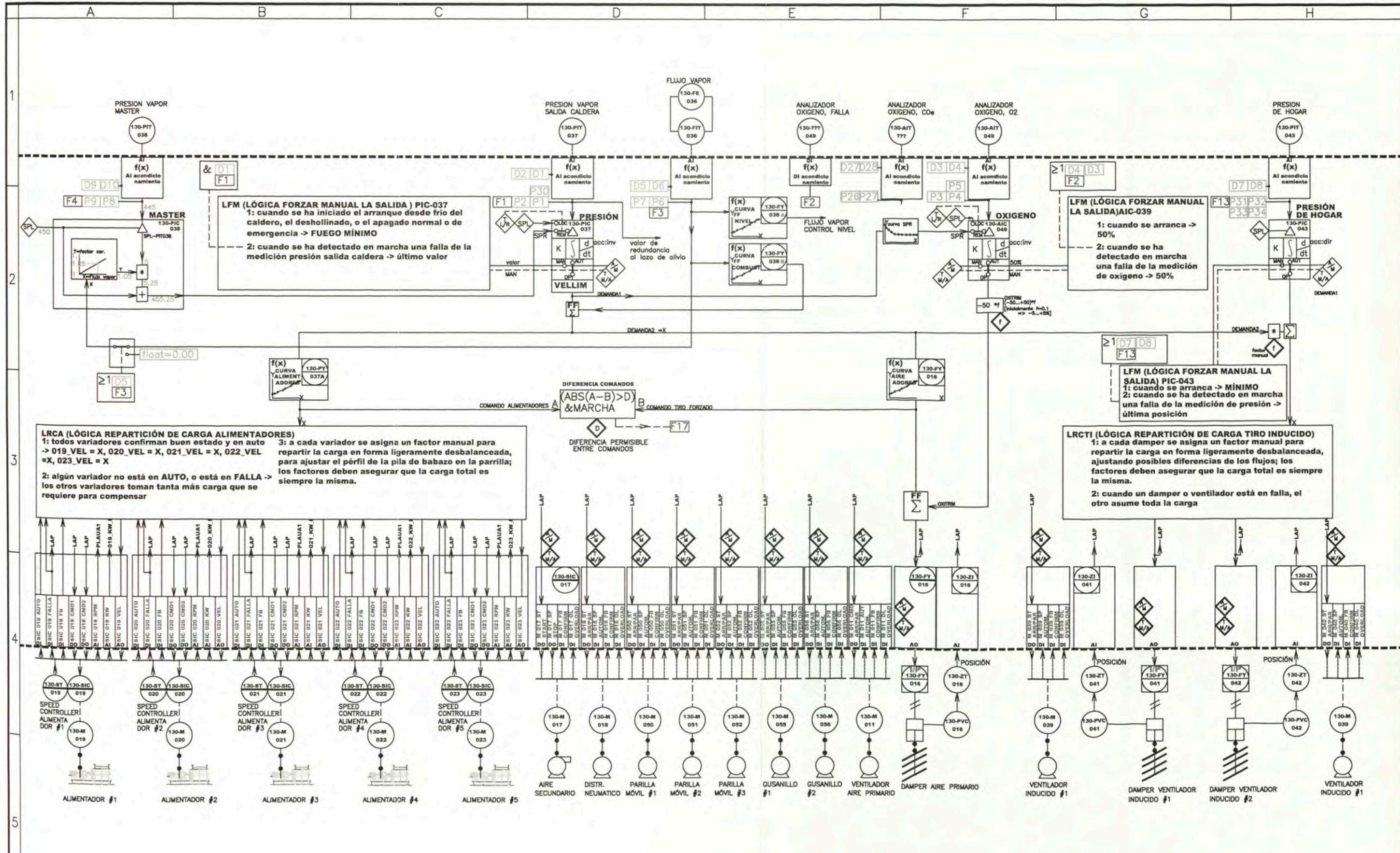
[f] = 0.00 : variable constante sólo a acceso del ingeniero
 D14 ALARMA DIAGNOSTICO (4..20mA <3.9 o >20.9mA)
 P10 ALARMA DE PROCESO (ej. BAJO NIVEL)
 F5 ALARMA DE FALLA (derivada del bloque de AI o AO)

Concepto	Fecha	Nombre
ORIGINAL	28-06-07	LJW
oficina Lima	10-07-07	LJW

CASA GRANDE S.A.A. ESTRATEGIA CALDERO 11
 NIVEL, ATEMPERADOR, PURGA CONTINUA, ALIVIO DOMO,
 CICLONES
 Nombre estrategia:
 ACAD2004, Nombre 07-08 ABB_CasaGrande_Caldero11_C2.DWG



ANEXO C
ESTRATEGIA CALDERO # 11



LRCA (LÓGICA REPARTICIÓN DE CARGA ALIMENTADORES)
 1: todos variadores confirman buen estado y en auto
 → 019_VEL = X, 020_VEL = X, 021_VEL = X, 022_VEL = X, 023_VEL = X
 2: algún variador no está en AUTO, o está en FALLA → los otros variadores toman tanta más carga que se requiere para compensar
 3: a cada variador se asigna un factor manual para repartir la carga en forma ligeramente desbalanceada, para ajustar el perfil de la pila de babosas en la parrilla; los factores deben asegurar que la carga total es siempre la misma.

LRCTI (LÓGICA REPARTICIÓN DE CARGA TIRO INDUCIDO)
 1: a cada damper se asigna un factor manual para repartir la carga en forma ligeramente desbalanceada, ajustando posibles diferencias de los flujos; los factores deben asegurar que la carga total es siempre la misma.
 2: cuando un damper o ventilador está en falla, el otro asume toda la carga

LFM (LÓGICA FORZAR MANUAL LA SALIDA) PIC-037
 1: cuando se ha iniciado el arranque desde frío del caldero, el desdeshollinado, o el apagado normal o de emergencia → FUEGO MÍNIMO
 2: cuando se ha detectado en marcha una falla de la medición presión salida caldera → último valor

LFM (LÓGICA FORZAR MANUAL LA SALIDA)AIC-039
 1: cuando se arranca → 50%
 2: cuando se ha detectado en marcha una falla de la medición de oxígeno → 50%

LFM (LÓGICA FORZAR MANUAL LA SALIDA) PIC-043
 1: cuando se arranca → MÍNIMO
 2: cuando se ha detectado en marcha una falla de la medición de presión → última posición

color magenta: señales, ej. SIC_023_VEL
 color azul: funciones, ej. 130-SIC 023
 color B: incertidumbre, ej. ?
 SPL: SETPOINT LOCAL (en pantalla)
 SPR: SETPOINT REMOTO
 color 213: ejemplo de cálculo

f100t=0.00 : variable constante sólo a acceso del ingeniero
 L/R operación / entrada de datos por ingeniero
 M/A operación / entrada de datos por operario

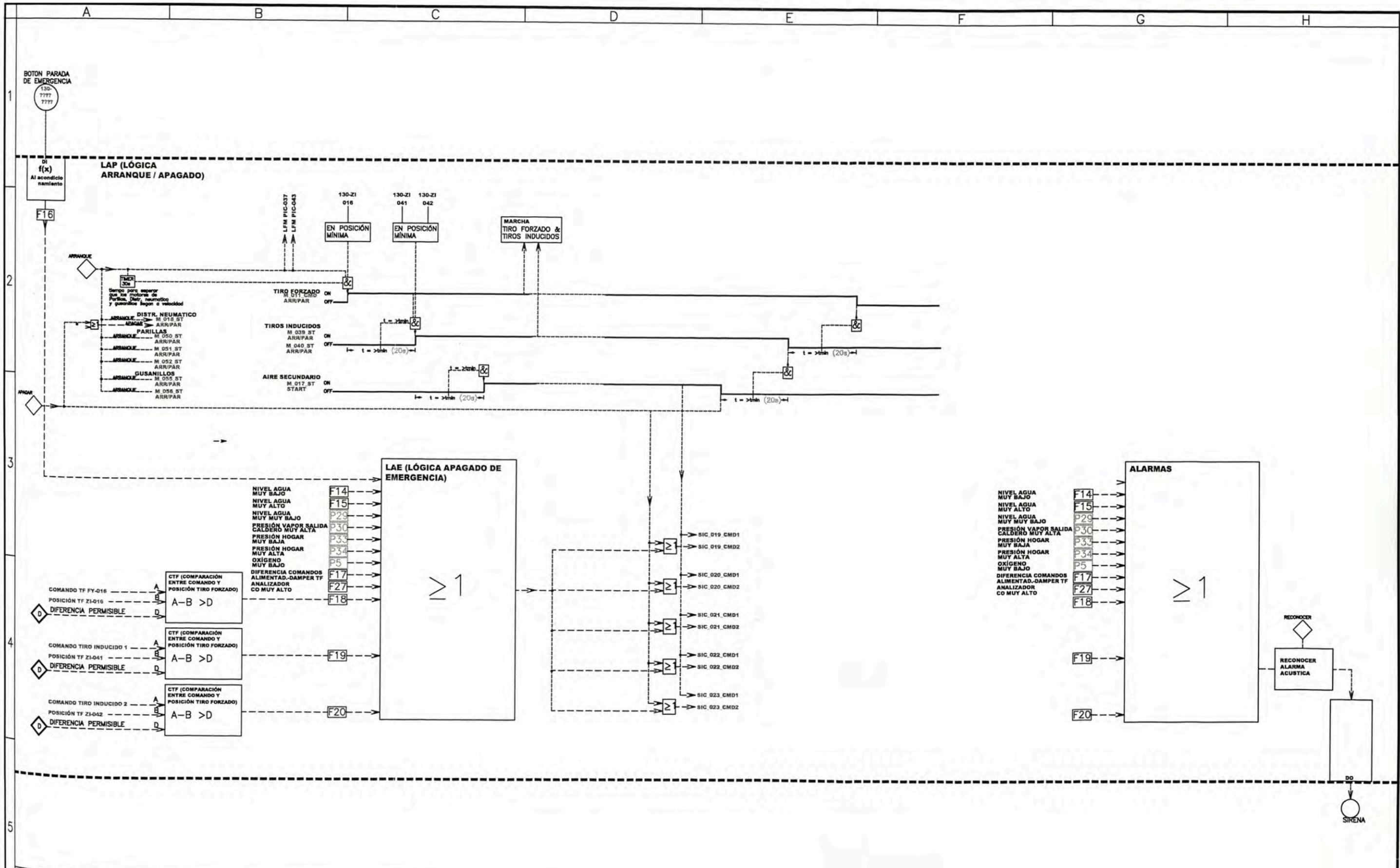
D14 ALARMA DIAGNOSTICO (4...20mA <3.9 o >20.9mA)
 P10 ALARMA DE PROCESO (ej. BAJO NIVEL)
 F5 ALARMA DE FALLA (derivada del bloque de AI o AO)

Concepto	Fecha	Nombre
ORIGINAL	28-06-07	LJW
oficina Lima	10-07-07	LJW

CASA GRANDE S.A.
 ESTRATEGIA CALDERO #11, COMBUSTIÓN
 Nombre estrategia:
 ACAD2004, Nombre 07-08 ABB_CasaGrande_Caldero11_C1.DWG



ANEXO D
ESTRATEGIA SECUENCIAS ARRANQUE/APAGADO



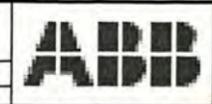
color magenta: señales, ej. SIC 023 VEL
 color azul: funciones, ej. 130-SIC 023
 color 8: incertidumbre, ej. ?
 SPL: SETPOINT LOCAL (en pantalla)
 SPR: SETPOINT REMOTO
 color 2: ejemplo de cálculo

[float=0.00] : variable constante sólo a acceso del ingeniero
 [] operación / entrada de datos por ingeniero
 [] operación / entrada de datos por operario

F14 ALARMA DIAGNOSTICO (4.20mA <3.9 o >20.9mA)
 P10 ALARMA DE PROCESO (ej. BAJO NIVEL)
 F5 ALARMA DE FALLA (derivada del bloque de AI o AO)

Concepto	Fecha	Nombre
ORIGINAL	28-06-07	LJW
oficina Lima	08-07-07	LJW

CASA GRANDE S.A.
 ESTRATEGIA SECUENCIAS ARRANQUE/APAGADO
 Nombre estrategia:
 ACAD2004, Nombre 07-08 ABB_CasaGrande_Caldero11_C3.DWG

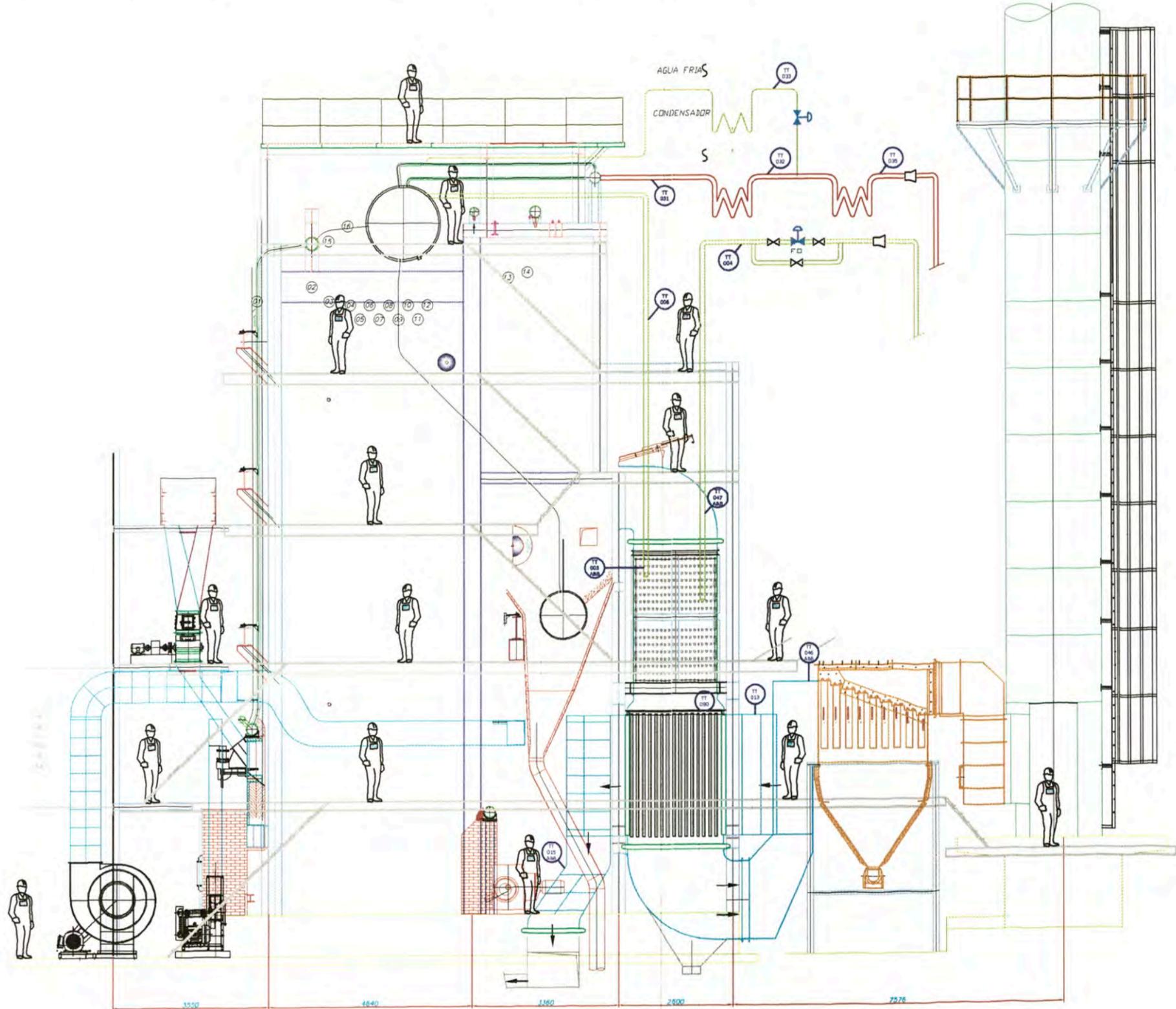


ANEXO E

**UBICACIÓN DE INSTRUMENTOS, DETALLE DE TUBERÍAS Y
CAJAS DE CONEXIONES**

PROCESO

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19



VISTA LATERAL

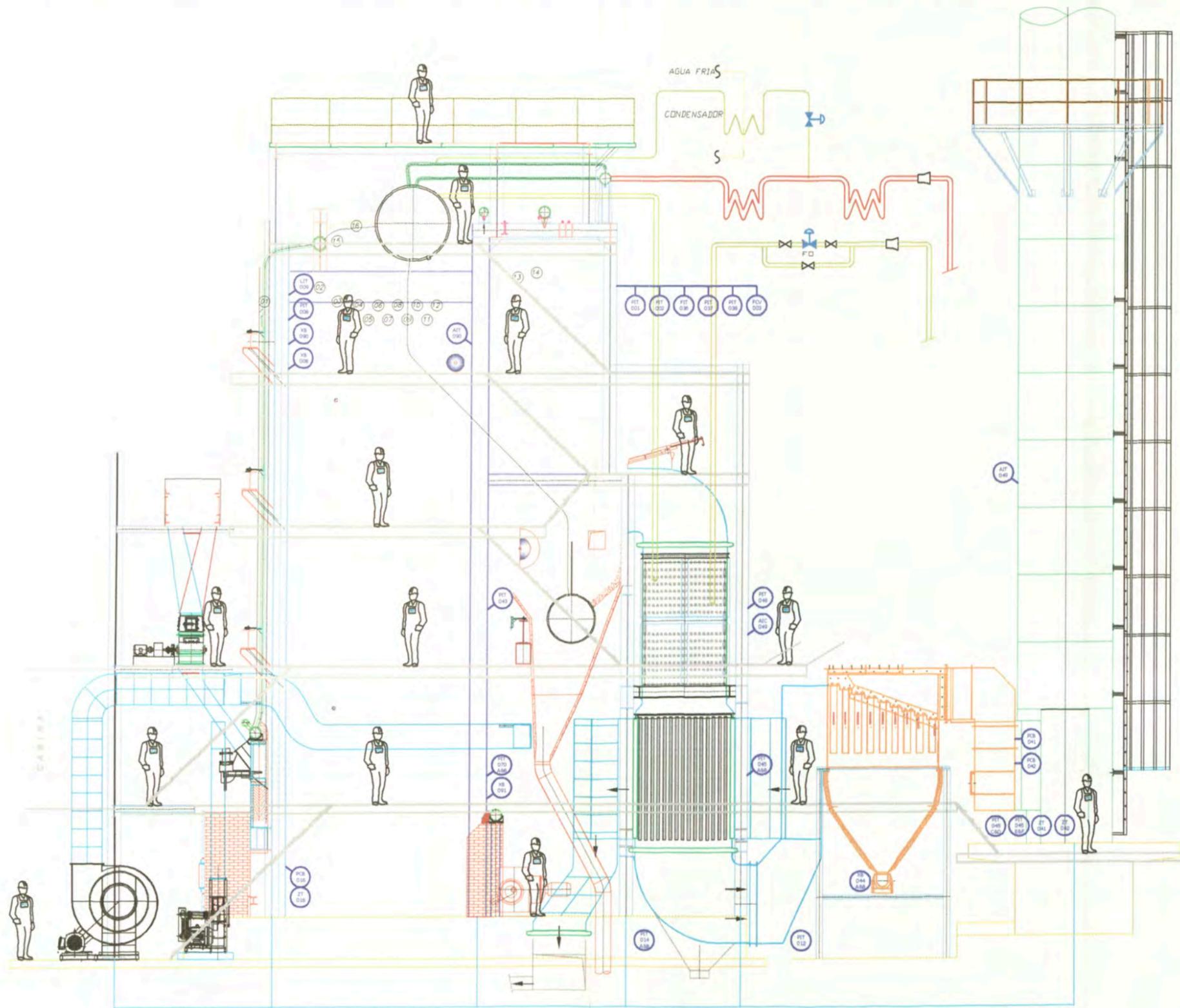
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos confidenciales y su destinatario, los cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceros personas.

Modif.	Modif.	Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A		Escala: S/E	INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA INSTALACION DE CALDERO	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
		Rev.	A. Velasquez					O.V.:	OS193-130-46DD-004	01
		Fecha	13/06/07							
		Visto	C.Guevara					Reempl.por:		Reempl. a:

PROCESO

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19



VISTA LATERAL

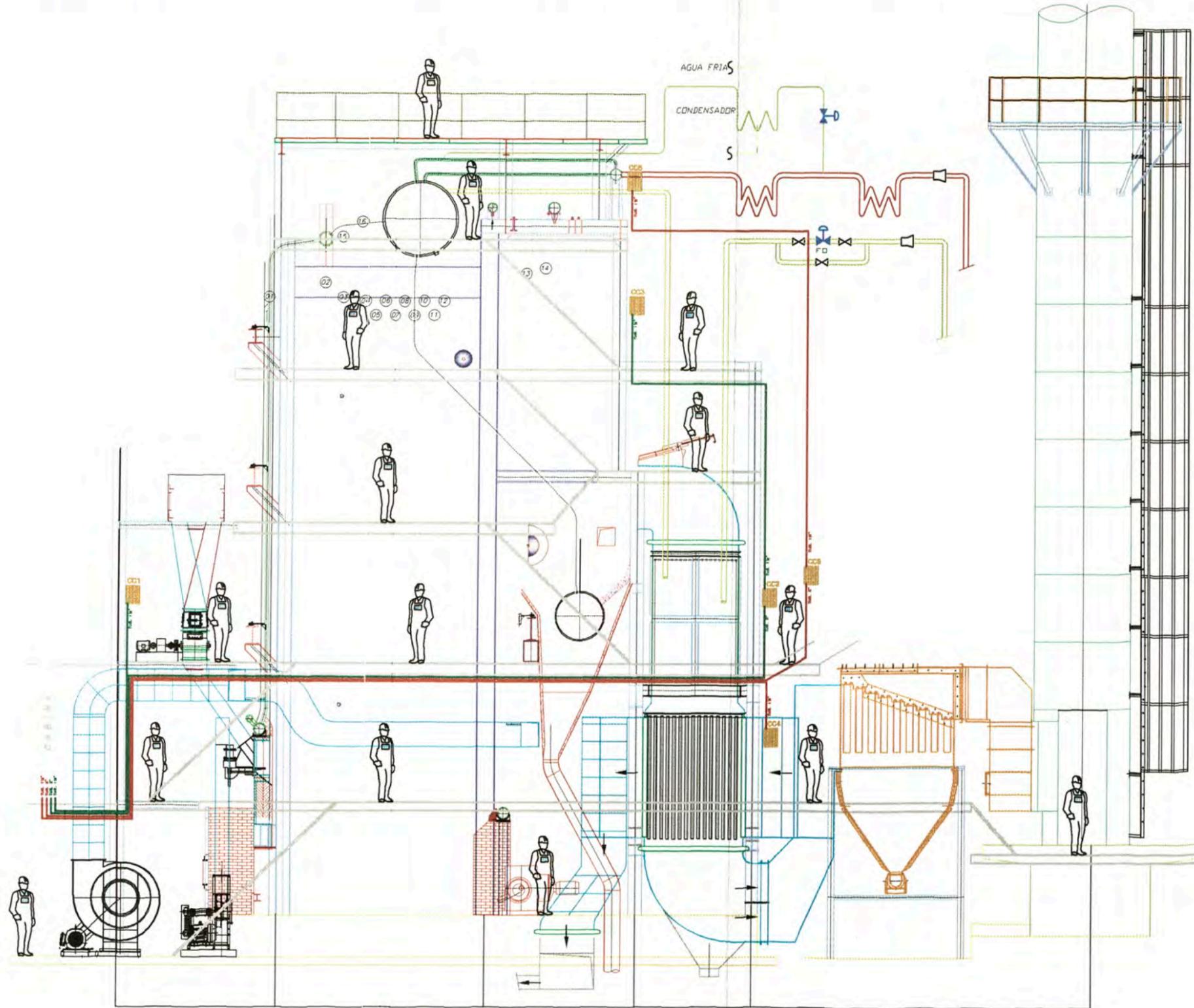
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Nuestro caso conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos contriéndolos personalmente a su destinatario, los cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceras personas.

Modif.	Modif.	Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A	 Escala: S/E	INSTRUMENTOS DE PRESION Y NIVEL INSTALACION DE CALDERO	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11	
		Rev.	A. Velasquez				O.V.:		OS193-130-46DD-003	01
		Fecha	13/06/07	Reempl.por:	Reempl. a:					
		Visto	C.Guevara							

PROCESO

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19



VISTA LATERAL

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos confiados personalmente e su destinatario, los cuales sin nuestra autorización escrita no podran ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposicion de terceras personas.

Modif.		Dib. Y. Vasquez
		Rev. A. Velasquez
		Fecha 13/06/07
		Visto C.Guevara

AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A



Escala: S/E

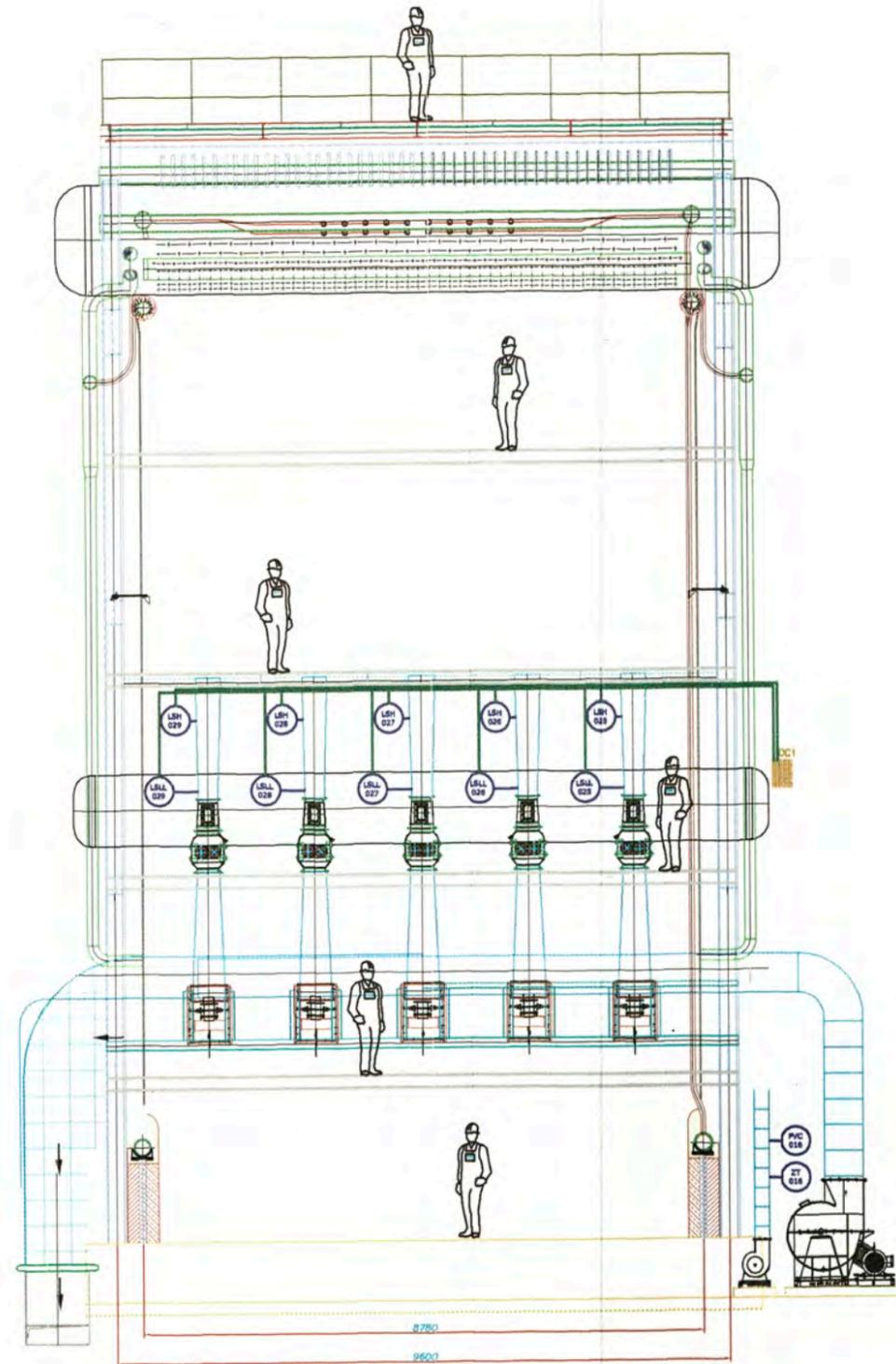
DETALLE DE TUBERIAS Y CAJAS DE CONEXIONES
INSTALACION DE CALDERO

PROYECTO: PA7017
O.V.:

AUTOMATIZACION CALDERO 11
OS193-130-46DD-001 01

PROCESO

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19



VISTA FRONTAL

Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos confiados personalmente a su destinatario, los cuales sin nuestra autorización escrita no podran ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposicion de terceras personas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Modif.	Modif.	Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A	ABB	Escala: S/E	INSTRUMENTOS DE NIVEL ALTO Y BAJO INSTALACION DE CALDERO	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11	
		Rev.	A. Velasquez					O.V.:		OS193-130-46DD-002	01
		Fecha	13/06/07	Reempl.por:	Reempl. a:						
		Visto	C.Guevara								

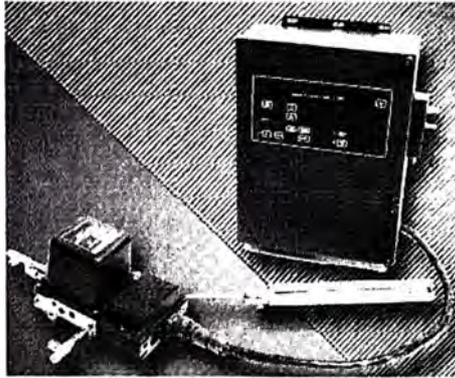
ANEXO F
ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES

ANEXO G
FLUJOGRAMA DE PROCESOS

ANEXO H
HOJA DE DATOS – DATA SHEET

PROPIETARIO	CasaGrande	ANALIZADOR DE O2			SPEC No	REV	
		NO	BY	DATE	REVISION	SHEET OF	DATE
CONSTRUCTOR	ABB		A.V.O.	20/03/2007	1	1 1	20-03-07
						BY	CHK'D
						P.O.	
						REQ.	

Proyecto:	AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE	
1	TAG	130-AIT-049
2	Descripción	Analizador de Gases (O2)
3	Modelo	Smart Analyzer 90
4	Función	Medición de Concentración de O2
5	Measurement	O2
6	O2 span	0 to 25%
7	Accuracy	± 2.5% or reading
8	Sensor Response Time to 63% of	<3.5 secs
9	Power Supply Requirements	105 to 128 VAC - 47 to 63 Hz ó 211 to 257 VAC - 47 to 63 Hz
10	Air Supply Pressure	107 kPa (1070 mbar)
11	Ambient Temperature Limits	Sensor housing -18° to 93°C / Electronics housing 0° to 60°C / Cable -18° to 93°C
12	Montaje	2-in ANSI CLASE
13	Fabricante	ABB
14	Modelo	Smart Analyzer 90 Type SMA



Empresa	Nombre	Firma	Fecha
AGROINDUSTRIAL CASGRANDE	Propietario		
AGROINDUSTRIAL CASGRANDE	Supervisor		
ABB	Ejecutor		

DISTRIBUCION **ABB**
 PROCESS AUTOMATION - SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYECTOS

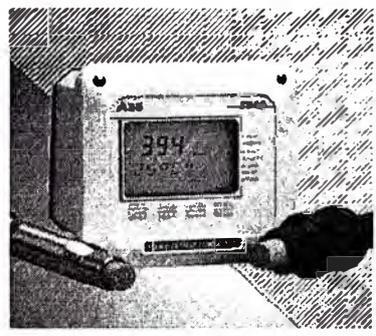
PROPIETARIO	CasaGrande	MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD				SPEC No	REV
		NO	BY	DATE	REVISION	JS-0108-HT-07	1
CONSTRUCTOR	ABB		A V O	20/03/2007	1	SHEET OF	DATE
						1 1	20/03/2007
						BY	CHK'D
						P.O.	
						REQ	

Proyecto: AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE

GENERAL	1 TAG	130-AIT-090
	2 Descripción	Analizador de Conductividad
	3 Modelo	TB84EC100001 / TB461-0E080002
	4 Función	Medición de Conductividad en Domo
SENSOR	5 Tipo	Sumergible
	6 Material de las partes húmedas	Acero Ino
	7 Longitud	7.38 pulgadas
	8 Rango de Medición	0 - 1999 mS/cm
	9 Compensación de Temperatura	Estándar RTD 3 kΩ Balco
	10 Longitud del Cable	12.2 m (40 pies)
	11 Montaje	Sumergido o insertado
	12 Material de la cabeza	PEEK
	13 Longitud de inmersión	1 25 pulgadas
TRANSMISOR	14 Tipo	Basado en microprocesador
	15 Rango	0 - 1999 mS/cm
	16 Señal de Salida / Resistencia	4 - 20 mA / 750 OHMS
	17 Compensación de Temperatura	Compatible con Pt-100, Balco RTD 3 kΩ y red de 4 75 kΩ
	18 Resolución	0.001 μS/cm, 0.01 μS/cm, 0 1 μS/cm (dependiendo de la configuración y del sensor)
	19 Repetibilidad	±0.5% del rango de medición
	20 Span Ajustable	Si
	21 Peso	2 1 kg
	22 Carcasa	Aluminio con recubrimiento de polvo de polyester resistente a la corrosión
	23 Display	LCD
	24 Consumo de potencia	máximo 17 VA
25 Voltaje de alimentación	120 / 240 VAC	
FABRICANTE	26 Fabricante	ABB
	27 Modelo del Sensor	TB84EC100001
	28 Modelo del Transmisor	TB461-0E080002



TB46 HOT TAP WITH WRENCH-TIGHT COMPRESSION FITTING



Empresa	Condición	Nombre	Firma	Fecha
AGROINDUSTRIAL CASGRANDE	Propietario			
AGROINDUSTRIAL CASGRANDE	Supervisor			
ABB	Ejecutor			

DISTRIBUCION **ABB** PROCESS AUTOMATION - SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYECTOS

PROPIETARIO	CasaGrande	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL			SPEC No	REV 1	
		NO	BY	DATE	REVISION	JS-0316-HT-03	SHEET OF
CONSTRUCTOR	ABB		AVO	20/03/2007		1	1
						BY	CHK'D	DATE
							20-03-07
							APPR
							P O
							REQ

Proyecto: AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE

GENERAL	1	TAG	130-LIT-009
	2	Descripción	Mide Presión Diferencial
	3	Modelo	Serie 364DS Gauge
	4	Función	Mide Nivel de Agua en el Domo Superior
CONDICIONES DE SERVICIO	5	Fluido	Agua
	6	Maximum Pressure	500 mmH2O (0 05 bar)
	7	Normal Pressure	
	8	Minimum Pressure	0 mmH2O
	9	Process Fluid Temperature °C	300°C
	10	Transmitter Temperature °C	Ambiente
	11	Sobrepresión	650 mmH2O (0 065 bar) (130%)
TRANSMISOR	12	Rango de Medición	0 64 and 64mH2O (0 00163 - 0 163 bar)
	13	Exactitud	0 06%
	14	Power Supply	10 5 - 42 VDC
	15	Material de Diafragma	Hastelloy C276™(on AISI seat)
	16	Fill fluid (wetted parts)	Silicone oil
	17	Material de Conexión al Proceso	AISI 316 L ss
	18	Conexión al proceso	1/4 - 18 NPT-f direct
	19	Material de Carcasa	AISI 304 L ss
	20	Conexión Eléctrica	1/2 NPT
	21	Output	HART digital communication and 4 to 20mA
	22	Integral LCD	Digital LCD Integral Display
	23	Grado de Protección	IP67/ NEMA4X
	24	Temperatura Máxima del Proceso	121°C (1)
	25	Temperatura Mínima del Proceso	-40°C
	26	Limite de Sobrepresión	16MPa. 160bar. 2320psi
	27	Covers O-ring	Buna N
	28	Mounting Bracket	For Pipe mounting
	29	Válvula Manifold	Tres vias
	30	Tipo	Single Flange
	31	Seat	Hard
	32	Material	Stainless Steel
	33	Inlet Size	1/2" FNPT
	34	Outlet Size	Flange
	35	Stem/Tip	316 SS NRT
	36	Packing	Teflon
	37	Fabricante	ABB
	38	Numero de Parte	HM53-1U3399412
	FABRICANTE	39	Fabricante	ABB
40		Numero de Parte	364-DSESHQ0S1L1B2
NOTAS	41		(1) Instalación del transmisor alejado del proceso
	42		



Empresa	Nombre	Firma	Fecha
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Propietario		
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Supervisor		
ABB	Ejecutor		

DISTRIBUCION **ABB**
PROCESS AUTOMATION - SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYECTOS

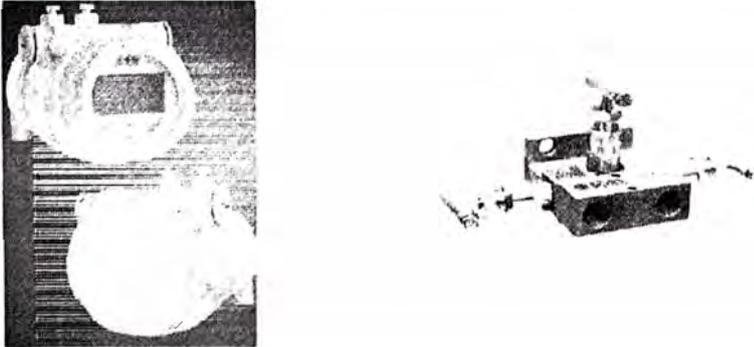
PROPIETARIO	CasaGrande	PLATO DE ORIFICIO PARA MEDICION DE PRESION				SPEC No JS-0316-HT-02	REV 1
		NO	BY	DATE	REVISION	SHEET OF	DATE
CONSTRUCTOR	ABB		AVO	16/03/2007		1 1	16/13/2007
						BY	CHK'D	APPR
						P O	
						REQ	

Proyecto: AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE

GENERAL	1	TAG	130-FIT-036
	2	Descripción	Plato de Orificio para Medición de Presión Diferencial
	3	Modelo	
	4	Función	Mide Flujo a la Salida de Vapor
VARIABLES	5	Fluido	Agua
	6	Taps	Flange
	7	Material	Stainless Steel
	8	Diametro Interno de Tubería	10"
	9	Beta	0.6
	10	Temperatura	303.88 °C
	11	Presión de Proceso	1138 psig
	12	Presión Barométrica	14.696 psia
	13	Presión Estandar	14.696 psia
	14		
Resultados de Calculos	15	Tipo de Fluido	Vapor
	16	Flujo Máximo	176369.6 lb/hr
	17	Flujo Normal	123458.72 lb/hr
	30		
	31	Viscosidad	0.02 cp
	32	Cociente de Calor Especifico	1.3 Cp/Cv
	33	Densidad de Flujo	2.5184 ft/lb3
	34	Expansión del Gas	0.9981
	35	Numero de Reynold Flujo Máximo	5569620.19
	36	Numero de Reynold Flujo Normal	3898734
37	Presión Diferencial Flujo Máximo	171.3344 inH2O	
	Presión Diferencial Flujo Normal	83.9536 inH2O	
	Coefficiente de Descarga C	0.6043	
	Factor de Corrección Térmica	1.009925	
	Diametro de Orificio	6"	
	Unrecovered Head Loss	3.8423 psi	

Empresa	Nombre	Firma	Fecha
AGROINDUSTRIL CASAGRANDE	Propietario		
AGROINDUSTRIL CASAGRANDE	Supervisor		
ABB	Ingenieria		

DISTRIBUCION **ABB**
PROCESS AUTOMATION - SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYEC

PROPIETARIO	CasaGrande			TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL		SPEC No JS-0316-HT-02	REV 1
				NO	BY	DATE	REVISION	SHEET OF 1 1	DATE 20-03-07
CONSTRUCTOR	ABB			AVO	20/03/2007		
						P O	
						REQ	
Proyecto:	AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE						
GENERAL	1	TAG	130-FIT-036				
	2	Descripcion	Mide Presion Diferencial				
	3	Modelo	Serie 364DS Gauge				
	4	Funcion	Mide Flujo a la Salida de Vapor				
CONDICIONES DE SERVICIO	5	Fluido	Vapor				
	6	Flujo Maximo	80 Ton/h (176 000 lb/h)				
	7	Flujo Normal	60 Ton/h (132 000 lb/h)				
	8	Flujo Minimo	0 Ton/h				
	9	Temperatura del Proceso	400°C				
	10	Temperatura del Transmisor	Ambiente				
	11	Sobre Presion					
TRNASMISOR	12	Rango de Medicion	6 4 and 642 inH2O				
	13	Exactitud	0 06%				
	14	Power Supply	10 5 - 42 VDC				
	15	Material de Diafragma	Hastelloy C276™(on AISI seat)				
	16	Fill fluid (wetted parts)	Silicone oil				
	17	Material de Conexion al Proceso	AISI 316 L ss				
	18	Conexion al proceso	1/4 - 18 NPT-f direct				
	19	Material de Carcasa	AISI 304 L ss				
	20	Conexion Electrica	1/2 NPT				
	21	Output	HART digital communication and 4 to 20mA				
	22	Integral LCD	Digital LCD Integral Display				
	23	Grado de Proteccion	IP67/ NEMA4X				
	24	Temperatura Máxima del Proceso	121°C (250°F)				
	25	Temperatura Mínima del Proceso	-40°C (-40°F)				
	26	Limite de Sobrepresion	20MPa, 200bar, 2900psi				
	27	Covers O-ring	Buna N				
	28	Mounting Bracket	For Pipe mounting				
	29	Valvula Manifold	Tres vias				
	30	Tipo	Single Flange				
	31	Seal	Hard				
32	Material	Stainless Steel					
33	Inlet Size	1/2" FNPT					
34	Outlet Size	Flange					
35	Stem/Tip	316 SS NRT					
36	Packing	Teflon					
37	Fabricante	ABB					
38	Numero de Parte	HM53-1U3399412					
FABRICANTE	39	Fabricante	ABB				
	40	Numero de Parte	364-DSHSQ0S1L1B2				
PLATO ORIFICIO	41	Diametro	10"				
	42	Grosor	1/4" Thick				
	43	Clase	600				
	44	Material	316SS				
	45	Brida	Union RFWN				
NOTAS	46		Material ASTM- A-105				
	47		1/2" NPT Flange Tapping				
	48		(1) instalacion del transmisor alejado del proceso				
	49						
							
Empresa		Firma			Fecha		
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Propietario						
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Supervisor						
ABB	Ejecutor						
DISTRIBUCION		ABB					
PROCESS AUTOMATION - SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYECTOS							

PROPIETARIO	CasaGrande	PLATO DE ORIFICIO PARA MEDICION DE PRESION			SPEC No JS-0316-HT-02	REV 1	
		NO	BY	DATE	REVISION	SHEET OF	DATE
CONSTRUCTOR	ABB		AVO	16/03/2007		1 1	16/13/2007
						BY	CHK'D	APPR
					P O		
					REQ		

Proyecto: AUTOMATIZACION DE CALDERA II - CASAGRANDE

GENERAL	1 TAG	130-FIT-002	
	2 Descripción	Plato de Orificio para Medicion de Presion Diferencial	
	3 Modelo		
	4 Función	Mide Flujo a la Entrada Agua de Alimentación	
VARIABLES	5 Fluido	Agua	
	6 Taps	Flange	
	7 Material	Stainless Steel	
	8 Diametro Interno de Tuberia	6.026"	
	9 Beta	0.45	
	10 Temperatura	303.88 °C	
	11 Presión de Proceso	1138 psig	
	12 Presión Barométrica	14.696 psia	
	13 Presión Estandar	14.696 psia	
	14		
Resultados de Calculos	15 Tipo de Fluido	Líquido	
	16 Flujo Máximo	176369.6 lb/hr	
	17 Flujo Normal	123458.72 lb/hr	
	30		
	31 Viscosidad	1.00 cp	
	32 Cociente de Calor Especifico	1.3 Cp/Cv	
	33 Densidad de Flujo	62.43 lb/ft ³	
	34 Expansión del Gas	0.9981	
	35 Numero de Reynold Flujo Máximo	184852.98	
	36 Numero de Reynold Flujo Normal	129397.0	
	37 Presion Diferencial Flujo Máximo	184.8377 inH2O	
		Presion Diferencial Flujo Normal	90.5694 inH2O
		Coefficiente de Descarga C	0.6043
	Factor de Correccion Termica	1.009925	
	Diametro de Orificio	2.7117"	
	Unrecovered Head Loss	5.1882 psi	

Empresa	Nombre	Firma	Fecha
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Propietario		
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Supervisor		
ABB	Ejecutor		

DISTRIBUCION **ABB**
PROCESS AUTOMATION - SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYECTOS

PROPIETARIO	CasaGrande		TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL			SPEC No	REV 1	
			NO	BY	DATE	REVISION	JS 0316-111-01	DATE
			AVO	20/03/2007		SHEET OF	DATE	
						1 1	20-03-07	
						BY	CHK'D	
							APPR	
						P O		
						REQ		
CONSTRUCTOR	ABB							
Proyecto:	AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE							
GENERAL	1	TAG	130-FIT-002					
	2	Descripcion	Mide Presion Diferencial					
	3	Modelo	Serie 364DS Gauge					
	4	Funcion	Mide Flujo a la Entrada Agua de Alimentacion					
	5							
CONDICIONES DE SERVICIO	6	Fluido	Agua					
	7	Flujo Maximo	80 Ton/h (176 000 lb/h)					
	8	Flujo Normal	50-60 Ton/h (110 000 - 132 000 lb/h)					
	9	Flujo Minimo	0 Ton/h					
	10	Temperatura del Proceso	106°C					
	11	Temperatura del Transmisor	Ambiente					
TRANSMISOR	12	Sobre Presion	70 Kg/cm2 max (68.6 bar)					
	13	Rango de Medicion Diferencial	2.6 and 260inH2O (0.00618 - 0.660 bar)					
	14	Exactitud	0.06%					
	15	Power Supply	10.5 - 42 VDC					
	16	Material de Diafragma	Hastelloy C276™(on AISI seat)					
	17	Fill fluid (wetted parts)	Silicone oil					
	18	Material de Conexion al Proceso	AISI 316 L ss					
	19	Conexion al proceso	1/4 - 18 NPT-f direct					
	20	Material de Carcasa	AISI 304 L ss					
	21	Conexion Electrica	1/2 NPT					
	22	Output	HART digital communication and 4 to 20mA					
	23	Integral LCD	Digital LCD Integral Display					
	24	Grado de Proteccion	IP67/ NEMA4X					
	25	Temperatura Maxima del Proceso	121°C					
	26	Temperatura Minima del Proceso	-40°C					
	27	Limite de Sobrepresion	20MPa, 200bar, 2900psi					
	28	Covers O-ring	Buna N					
	29	Mounting Bracket	For Pipe mounting					
	30	Valvula Manifold	Tres vias					
	31	Tipo	Single Flange					
	32	Seat	Hard					
	33	Material	Stainless Steel					
	34	Inlet Size	1/2" FNPT					
	35	Outlet Size	Flange					
	36	Stem/Tip	316 SS NRT					
	37	Packing	Teflon					
	38	Fabricante	ABB					
	39	Numero de Parte	HM53-1U3399412					
	FABRICANTE	40	Fabricante	ABB				
		41	Numero de Parte	364-DSGSHQ0S1L1B2				
	PLATO ORIFICIO	42	Diametro	6"				
		43	Grosor	1/4" Thick				
		44	Clase	600				
		45	Material	316SS				
		46	Brida	Union RFWN				
	47		Material ASTM- A-105					
	48		1/2" NPT Flange Tapping					
	NOTAS							
								
Empresa		Nombre		Firma		Fecha		
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE		Propietario						
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE		Supervisor						
ABB		Ejecutor						
DISTRIBUCION		ABB		PROCESS AUTOMATION SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYECTOS				

PROPIETARIO	CasaGrande		VALVULA DE CONTROL		SPEC No	REV 1	
			AGUA		JS-0316-HT-01		
CONSTRUCTOR	ABB		NO	BY	DATE	REVISION	
				A V O	02/04/2007		
					SHEET 1	OF 1	
					BY	CHK'D	
					P O		
					REQ		
Proyecto:	AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE						
GENERAL	1	TAG	130-FCV-003				
	2	Descripcion	Valvula de Control				
	3	Modelo	CE43				
	4	Funcion	Controla Flujo a la Entrada Agua de Alimentación				
	5						
CONDICIONES DE SERVICIO	6	Fluido	Agua				
	7	Flujo Maximo	80 Ton/h (176 000 lb/h)				
	8	Flujo Normal	50-60 Ton/h (110 000 - 132 000 lb/h)				
	9	Flujo Minimo	0 Ton/h				
	10	Temperatura del Proceso	106°C				
	11	Temperatura del Transmisor	Ambiente				
	12	Presion	42 Bar				
VALVULA	13	Tipo de Valvula	Globo				
	14	Clase	ANSI 600				
	15	Material del cuerpo	Alloy Steel ASTM A217 WCB				
	16	Materiales internos	Acero Inoxidable AISI 431				
	17	Cierre	Clase IV con asiento metalico				
	18	Bonnet	Standard				
	19	Sello	Teflon Balanceado				
	20	Curva caracteristica	Equal Porcentaje				
	21	Temperatura maxima	250 °C				
	22	Presion Diferencial Maxima	98 Bar				
	23	Cv	34				
	24	Cada de Presion	4 bar				
	25	Ruido	57 dB				
	26	Actuador	Neumatico Normalmente Extendido				
	27	Posicionador Electroneumatico	ABB modelo TZID-C				
	28	Señal de Entrada	4 - 20mA				
	29	Comunicación	HART				
	30						
	31						
FABRICANTE	40	Fabricante	SPIRAX SARCO				
	41	Número de Parte	CE43				
NOTAS							
Empresa		Nombre		Firma		Fecha	
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE		Propietario					
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE		Supervisor					
ABB		Ejecutor					
DISTRIBUCION		ABB					
PROCESS AUTOMATION - SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYECTOS							

PROPIETARIO	CasaGrande	VALVULA DE CONTROL AGUA			SPEC. No JS-0316-HT-01	REV. 1	
		NO	BY	DATE	REVISION	SHEET OF	DATE
CONSTRUCTOR	ABB		A V O	02/04/2007		1 1	02-04-07
						BY	CHK'D	APPR.
						P O	
						REQ.	

Proyecto: AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE

GENERAL	1	TAG	130-FCV-034
	2	Descripcion	Valvula de Control
	3	Modelo	CE83
	4	Función	Controla Flujo de Vapor
	5		
CONDICIONES DE SERVICIO	6	Fluido	Vapor
	7	Flujo Maximo	80 Ton/h (176 000 lb/h)
	8	Flujo Normal	50-60 Ton/h (110 000 - 132 000 lb/h)
	9	Flujo Minimo	0 Ton/h
	10	Temperatura del Proceso	400 °C
	11	Temperatura del Transmisor	Ambiente
	12	Presion	32 Bar
VALVULA	13	Tipo de Valvula	Globo
	14	Clase	ANSI 600
	15	Material del cuerpo	Alloy Steel ASTM A217 WCB
	16	Materiales internos	Acero Inoxidable AISI 431
	17	Cierre	Clase IV con asiento metalico
	18	Bonnet	Extendido
	19	Sello	Grafito Balanceado
	20	Curva caracteristica	Equal Porcentaje
	21	Temperatura maxima	540 °C
	22	Presion Diferencial Maxima	40 bar
	23	Cv	560
	24	Caida de Presion	2 bar
	25	Ruido	74 dB
	26	Actuador	Neumatico Normalmente Extendido
	27	Posicionador Electroneumatico	ABB modelo TZID-C
	28	Señal de Entrada	4 - 20mA
	29	Comunicación	HART
	30		
	31		
FABRICANTE	40	Fabricante	SPIRAX SARCO
	41	Numero de Parte	CE83
NOTAS			

Empresa	Nombre	Firma	Fecha
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Propietario		
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Supervisor		
ABB	Ejecutor		

DISTRIBUCION **ABB**
PROCESS AUTOMATION - SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYECTOS

PROPIETARIO

CasaGrande**ABB**

CONSTRUCTOR

SENSOR DE TEMPERATURA

SPEC. No.
JS-0108-HT-06

REV

NO BY DATE REVISION

SHEET OF

DATE

AVO 20/03/2007

1 1

20-03-07

BY CHK'D

APPR

P O

REQ

Proyecto:

AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE

		Rango °C
1	TAG	130-TT-004 0 - 300
		130-TT-005A 0 - 300
		130-TT-005B 0 - 300
		130-TT-006 0 - 300
		130-TT-013 0 - 200
		130-TT-015A 0 - 200
		130-TT-015B 0 - 200
		130-TT-047A 0 - 400
		130-TT-047B 0 - 400
		130-TT-046A 0 - 400
		130-TT-046B 0 - 400
		130-TT-031 0 - 500
		130-TT-032 0 - 500
		130-TT-033 0 - 500
		130-TT-035 0 - 500
		130-TT-080 0 - 400

2	Descripción	Sensor de Temperatura
3	Modelo	Serie V1018
4	Función	Medición de Temperatura en Planta
5	Design	Spring loaded
6	Type	3 wire Type J
7	Thermowell Material	316/316L Stainless Steel
8	Process Connection P	Threaded 3/4"
9	Tip Design	Tapered
10	Thermowell Dimensions	6.5" / 20" / 16" / 8"
11	Operational temperature	(-200 to +600°C)
12	Pressure	up to 10 000 psi
13	Fabricante	ABB
14	Modelo	V10186-LT2T0653UGG5J / V10186-LT2T0803UGG5J
15		V10186-LT2T1603UGG5J / V10186-LT2T2003UGG5J



Empresa	Nombre	Firma	Fecha
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Propietario		
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Supervisor		
ABB	Ejecutor		

DISTRIBUCION

ABB

PROCESS AUTOMATION - SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYECTOS

PROPIETARIO	CasaGrande	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL				SPEC No	REV 1
		NO	BY	DATE	REVISION	JS-0316-HT-03	DATE
CONSTRUCTOR	ABB		MAC	20/03/2007		SHEET OF	20-03-07
						1 1	APPR
						BY	CHK'D
						P O	
						REQ	

Proyecto: AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE

GENERAL	1	TAG	130-LIT-009
	2	Descripción	Mide Presión Diferencial
	3	Modelo	Serie 364DS Gauge
	4	Función	Mide Nivel de Agua en el Domo Superior
CONDICIONES DE SERVICIO	5	Fluido	Agua
	6	Maximum Pressure	500 mmH2O (0.05 bar)
	7	Normal Pressure	
	8	Minimum Pressure	0 mmH2O
	9	Process Fluid Temperature °C	300°C
	10	Transmitter Temperature °C	Ambiente
	11	Sobrepresión	650 mmH2O (0.065 bar) (130%)
TRANSMISOR	12	Rango de Medición	0.64 and 64 inH2O (0.00163 - 0.163 bar)
	13	Exactitud	0.06%
	14	Power Supply	10.5 - 42 VDC
	15	Material de Diafragma	Hastelloy C276™(on AISI seal)
	16	Fill fluid (wetted parts)	Silicone oil
	17	Material de Conexión al Proceso	AISI 316 L ss
	18	Conexión al proceso	1/4 - 18 NPT-f direct
	19	Material de Carcasa	AISI 304 L ss
	20	Conexión Eléctrica	1/2 NPT
	21	Output	HART digital communication and 4 to 20mA
	22	Integral LCD	Digital LCD Integral Display
	23	Grado de Protección	IP67/ NEMA4X
	24	Temperatura Máxima del Proceso	121°C (1)
	25	Temperatura Mínima del Proceso	-40°C
	26	Límite de Sobrepresión	16MPa, 160bar, 2320psi
	27	Covers O-ring	Buna N
	28	Mounting Bracket	For Pipe mounting
	29	Valvula Manifold	Tres vias
	30	Tipo	Single Flange
	31	Seat	Hard
32	Material	Stainless Steel	
33	Inlet Size	1/2" FNPT	
34	Outlet Size	Flange	
35	Stem/Tip	316 SS NRT	
36	Packing	Teflon	
37	Fabricante	ABB	
38	Numero de Parte	HM53-1U3399412	
FABRICANTE	39	Fabricante	ABB
	40	Numero de Parte	364-DSESHQ0S1L1B2
NOTAS	41	(1)	Instalación del transmisor alejado del proceso
	42		



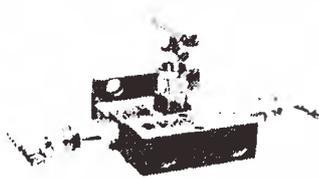
Empresa	Nombre	Firma	Fecha
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Propietario		
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Supervisor		
ABB	Ejecutor		

DISTRIBUCION **ABB**
PROCESS AUTOMATION - SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYECTOS

PROPIETARIO	CasaGrande	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL			SPEC No	REV 1	
		NO	BY	DATE	REVISION	JS-0316-HT-02	SHEET OF
CONSTRUCTOR	ABB		A V O	20/03/2007		1	1
						BY	CHK'D
						DATE	20-03-07
						APPR	
						P O	
						REQ	

Proyecto: AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE

GENERAL	1 TAG	130-FIT-036
	2 Description	Mide Presion Diferencial
	3 Modelo	Serie 364DS Gauge
	4 Funcion	Mide Flujo a la Salida de Vapor
CONDICIONES DE SERVICIO	5 Fluido	Vapor
	6 Flujo Maximo	80 Ton/h (176 000 lb/h)
	7 Flujo Normal	60 Ton/h (132 000 lb/h)
	8 Flujo Minimo	0 Ton/h
	9 Temperatura del Proceso	400°C
	10 Temperatura del Transmisor	Ambiente
	11 Sobre Presion	
TRNASMISOR	12 Rango de Medicion	2.6 and 260inH2O (0.00618 - 0.660 bar)
	13 Exactitud	0.06%
	14 Power Supply	10.5 - 42 VDC
	15 Material de Diafragma	Hastelloy C276™(on AISI seat)
	16 Fill fluid (wetted parts)	Silicone oil
	17 Material de Conexion al Proceso	AISI 316 L ss
	18 Conexion al proceso	1/4 - 18 NPT-f direct
	19 Material de Carcasa	AISI 304 L ss
	20 Conexion Electrica	1/2 NPT
	21 Output	HART digital communication and 4 to 20mA
	22 Integral LCD	Digital LCD Integral Display
	23 Grado de Proteccion	IP67/ NEMA4X
	24 Temperatura Maxima del Proceso	121°C
	25 Temperatura Minima del Proceso	-40°C
	26 Limite de Sobrepresion	20MPa. 200bar. 2900psi
	27 Covers O-ring	Buna N
	28 Mounting Bracket	For Pipe mounting
	29 Valvula Manifold	Tres vias
	30 Tipo	Single Flange
	31 Seat	Hard
32 Material	Stainless Steel	
33 Inlet Size	1/2" FNPT	
34 Outlet Size	Flange	
35 Stem/Tip	316 SS NRT	
36 Packing	Teflon	
37 Fabricante	ABB	
38 Numero de Parte	HM53-1U3399412	
FABRICANTE	39 Fabricante	ABB
	40 Numero de Parte	364-DSGSHQ0S1L1B2
PLATO ORIFICIO	41 Diametro	10"
	42 Grosor	1/4" Thick
	43 Clase	600
	44 Material	316SS
	45 Brida	Union RFWN
	46	Material ASTM- A-105
	47	1/2" NPT Flange Tapping
NOTAS	48	(I) Instalacion del transmisor alejado del proceso
	49	



Empresa	Propietario	Firma	Fecha
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE			
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE	Supervisor		
ABB	Ejecutor		

PROPIETARIO	CasaGrande			TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL		SPI C No JS-0316-HT-01	REV 1	
				NO	BY	DATE	REVISION	SHEET OF	DATE
CONSTRUCTOR	ABB				AVO	20/03/2007		
								1
						BY	CHK'D	
						P O		
						REQ		
Proyecto:	AUTOMATIZACION DE CALDERA 11 - CASAGRANDE							
GENERAL	1	TAG	130-FIT-002					
	2	Descripción	Mide Presion Diferencial					
	3	Modelo	Serie 364DS Gauge					
	4	Función	Mide Flujo a la Entrada Agua de Alimentación					
	5							
CONDICIONES DE SERVICIO	6	Fluido	Agua					
	7	Flujo Maximo	80 Ton/h (176 000 lb/h)					
	8	Flujo Normal	50-60 Ton/h (110 000 - 132 000 lb/h)					
	9	Flujo Minimo	0 Ton/h					
	10	Temperatura del Proceso	106°C					
	11	Temperatura del Transmisor	Ambiente					
TRANSMISOR	12	Sobre Presion	70 Kg/cm2 max (68.6 bar)					
	13	Rango de Medición Diferencial	2.6 and 260 inH2O (0.00618 - 0.660 bar)					
	14	Exactitud	0.06%					
	15	Power Supply	10.5 - 42 VDC					
	16	Material de Diafragma	Hastelloy C276™(on AISI seal)					
	17	Fill fluid (wetted parts)	Silicone oil					
	18	Material de Conexión al Proceso	AISI 316 L ss					
	19	Conexión al proceso	1/4 - 18 NPT-F direct					
	20	Material de Carcasa	AISI 304 L ss					
	21	Conexión Electrica	1/2 NPT					
	22	Output	HART digital communication and 4 to 20mA					
	23	Integral LCD	Digital LCD Integral Display					
	24	Grado de Proteccion	IP67/ NEMA4X					
	25	Temperatura Máxima del Proceso	121°C					
	26	Temperatura Mínima del Proceso	-40°C					
	27	Limite de Sobrepresion	20MPa, 200bar, 2900psi					
	28	Covers O-ring	Buna N					
	29	Mounting Bracket	For Pipe mounting					
	30	Válvula Manifold	Tres vias					
	31		Tipo	Single Flange				
	32		Seal	Hard				
	33		Material	Stainless Steel				
	34		Inlet Size	1/2" FNPT				
	35		Outlet Size	Flange				
	36		Stem Tip	316 SS NRT				
	37		Packing	Teflon				
	38		Fabricante	ABB				
	39		Numero de Parte	HM53-1U3399412				
	FABRICANTE	40	Fabricante	ABB				
		41	Numero de Parte	364-DSGSHQ0S1L1B2				
	PLATO ORIFICIO	42	Diametro	6"				
		43	Grosor	1/4" Thick				
		44	Clase	600				
		45	Material	316SS				
		46	Brida	Union RFWN				
	47		Material ASTM- A-105					
	48		1/2" NPT Flange Tapping					
	NOTAS							
								
Empresa		Nombre		Firma		Fecha		
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE		Propietario						
AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE		Supervisor						
ABB		Ejecutor						
DISTRIBUCION		ABB						
PROCESS AUTOMATION - SOPORTE DE SISTEMAS Y PROYECTOS								

ANEXO I
LAZOS DE CONTROL

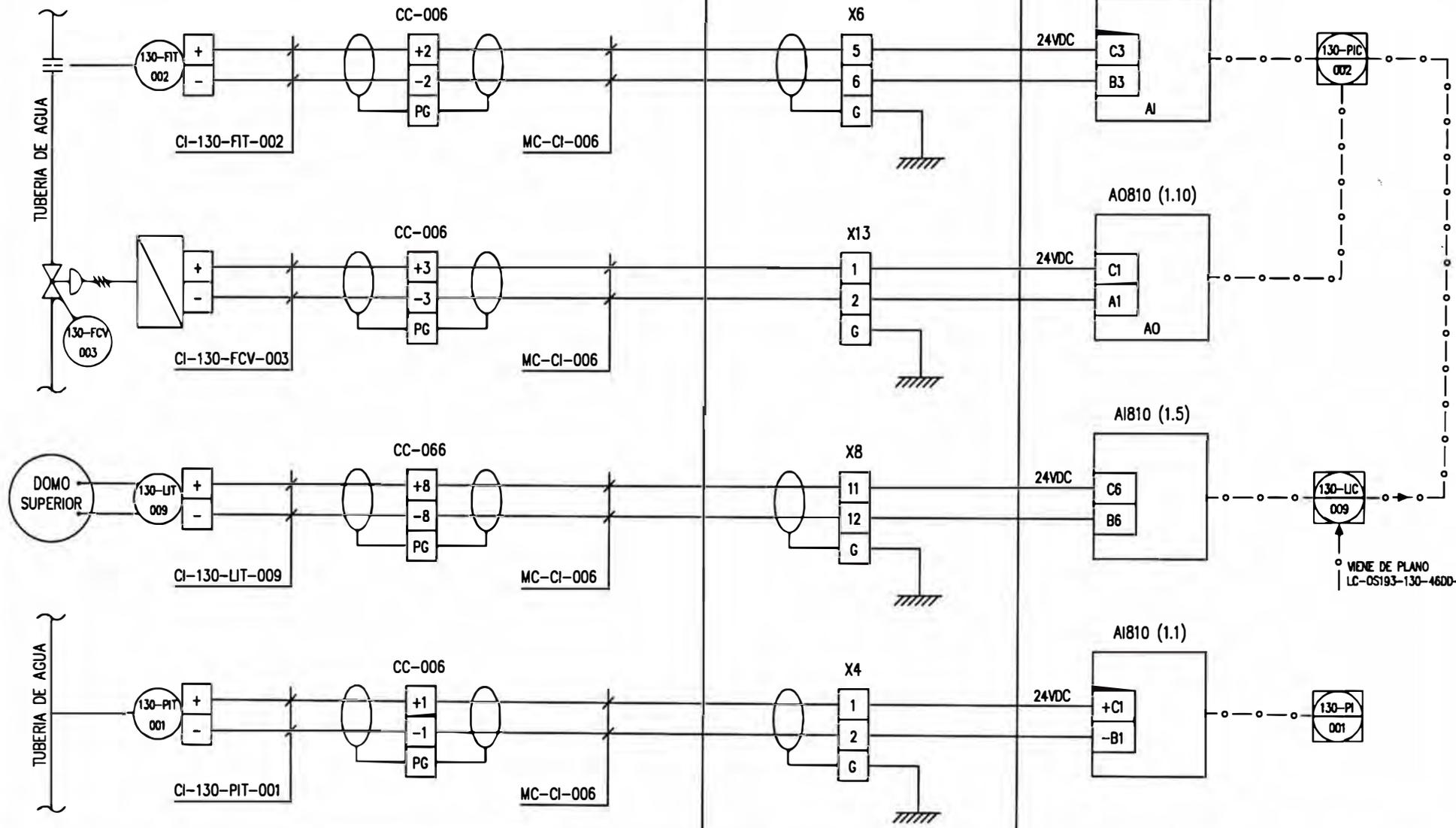
25/10/13

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



WIENE DE PLANO
LC-OS193-130-46DD-003

Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y otras confidencias personalmente o su destinatario, las cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceras personas.

Modif.		Dib. Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A		Escuela: S/E	LAZO DE CONTROL LINEA DE AGUA	PROYECTO: PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
Modif.		Rev. A. Velaquez					O.V.:	LC-OS193-130-46DD-001	Rev. 01
		Fecha: 11/07/07						
		Visto C.Guevara	Reempl.por:	Reempl. a:				

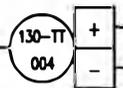
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

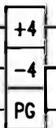
PLC (I/O)

TUBERIA DE AGUA



CI-130-TT-004

CC-006



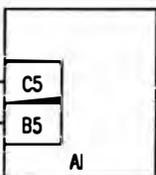
MC-CI-006

X6

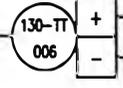


24VDC

AI810 (1.3)



TUBERIA DE AGUA



CI-130-TT-006

CC-006



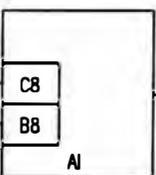
MC-CI-006

X6



24VDC

AI810 (1.3)



Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos confidenciales personalmente o su destinatario, las cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceras personas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

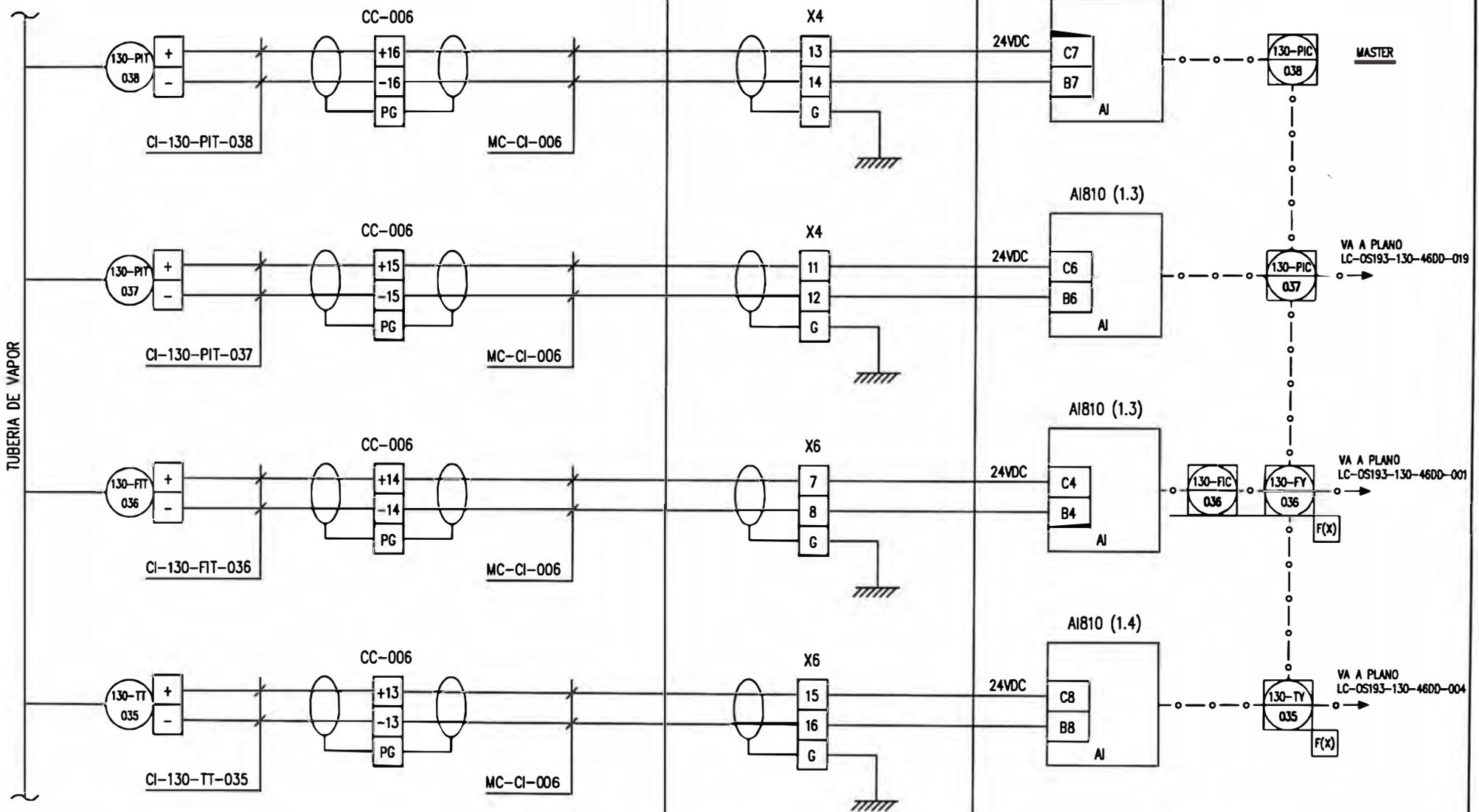
Modif.	Modif.	Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A		Escala: S/E	LAZO DE CONTROL LINEA DE AGUA	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
		Rev.	A. Velasquez					O.V.:		LC-OS193-130-46DD-002
		Fecha	11/07/07							
		Vista	C.Guevara					Reempl.por:		Reempl. a:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre
 sus dibujos y anexos confeccionados personalmente o su destinatario, los
 cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, repro-
 ducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceros personales.

Modif.		Dib. Y. Vasquez
		Rev. A. Velasquez
		Fecha 11/07/07
		Visto C.Guevara

AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A		ABB	Escala: S/E
Reempl.por:	Reempl. a:		

LAZO DE CONTROL
LINEA DE VAPOR

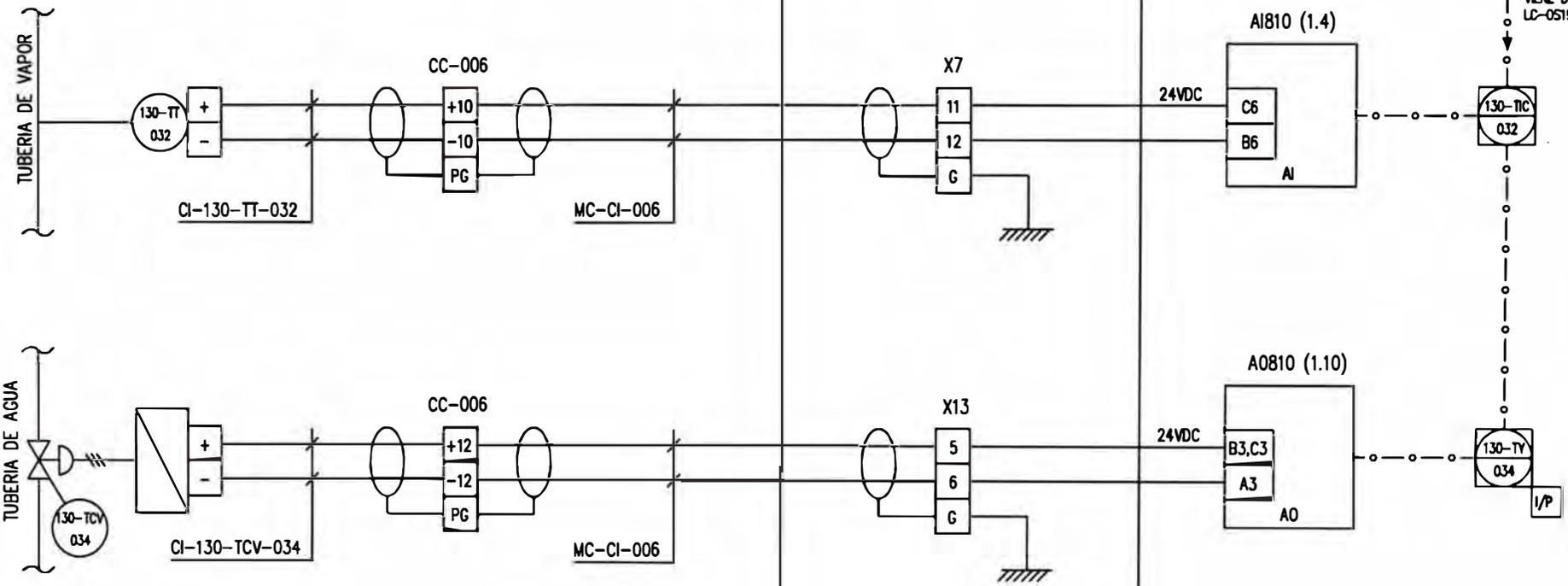
PROYECTO: PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
O.V.:	LC-OS193-130-46DD-003
	Rev. 01

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



VIENE DE PLANO
LC-OS193-130-46DD-003

Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos confidenciales personalmente o su destinatario, los cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceras personas.

Modif.		Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A		Escala:	LAZO DE CONTROL LINEA DE VAPOR Y AGUA	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
Modif.		Rev.	A. Velasquez			S/E		O.V.:		LC-OS193-130-46DD-004	Rev. 01
		Fecha	11/07/07							
		Visto	C.Guevara							

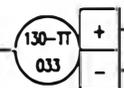
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

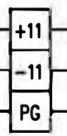
PLC (I/O)

TUBERIA DE AGUA



CI-130-TT-033

CC-006



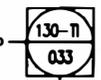
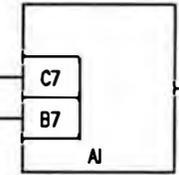
MC-CI-006

X7



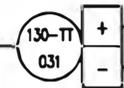
24VDC

AI810 (1.4)



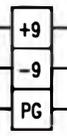
130-TI-033

TUBERIA DE VAPOR



CI-130-TT-031

CC-006



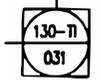
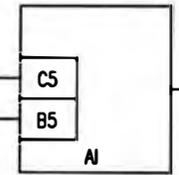
MC-CI-006

X7



24VDC

AI810 (1.4)



130-TI-031

Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos con todos los permisos de su titular, para que en ningún caso se permitan ni se divulguen sus dibujos, especificaciones ni comunicaciones o partes o disposición de terceros parciales.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

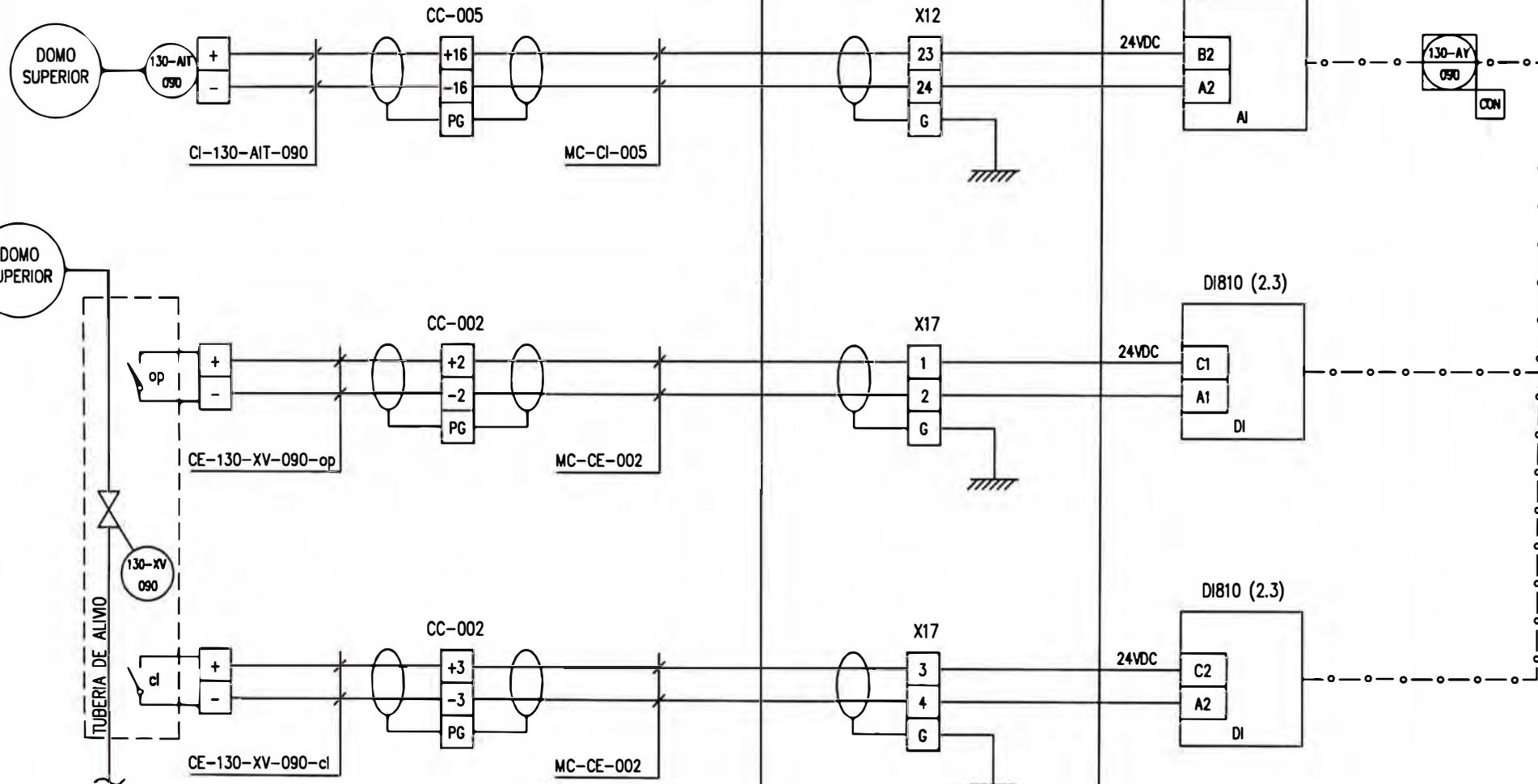
Modif.		Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A			Escala: S/E	LAZO DE CONTROL LINEA DE VAPOR Y AGUA	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11		
Modif.		Rev.	A. Velasquez						O.V.:		LC-OS193-130-46DD-005	Rev.	01
Modif.		Fecha	11/07/07										
		Visto	C.Guevara		Reempl.por:	Reempl. a:							

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



Nuestro caso conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y ensayos confeccionados personalmente o su destinatario, los cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceros personas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

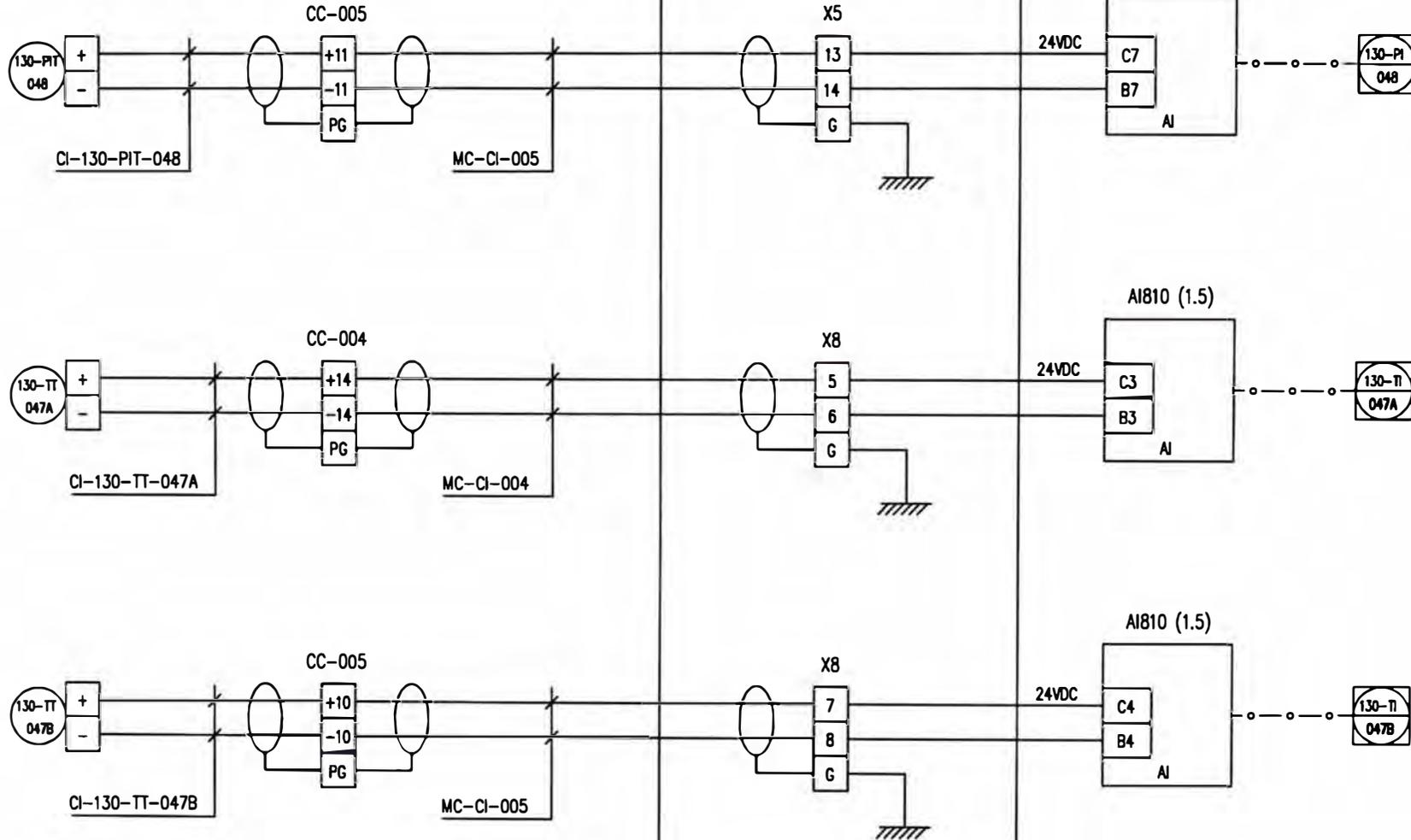
Modif.		Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A ABB Escala: S/E	LAZO DE CONTROL DOMO SUPERIOR	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11	
Modif.		Rev.	A. Velasquez			O.V.:		LC-OS193-130-46DD-007	Rev. 01
		Fecha:	11/07/07			Reempl. por:			
		Visto:	C. Guevara			Reempl. a:			

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre
 los planos y otros documentos parciales o su totalidad, los
 cuales en nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, repro-
 ducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceras personas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

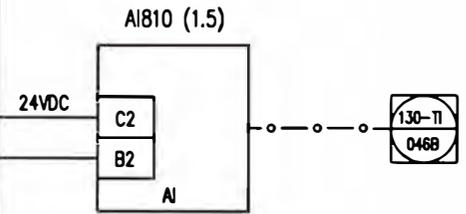
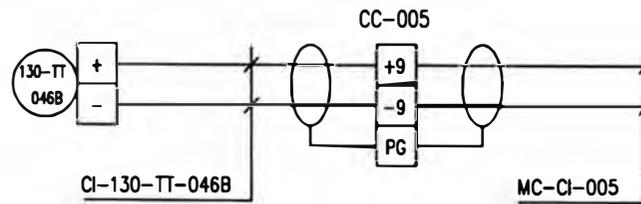
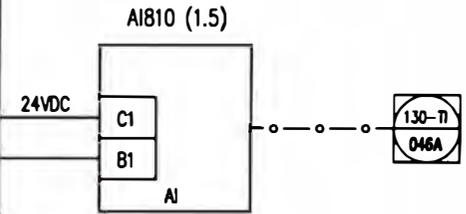
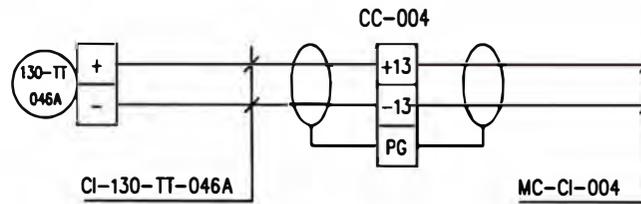
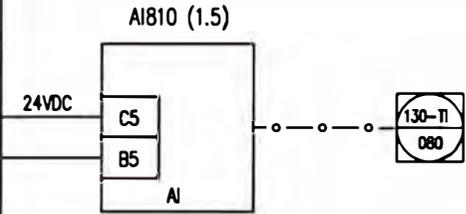
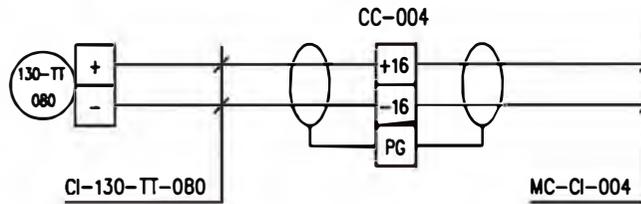
Modif.		Dib. Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A			Escala: S/E	LAZO DE CONTROL SALIDA DE GASES	PROYECTO: PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
Modif.		Rev. A. Velasquez	Reempl. por:			Reempl. a:		O.V.:	LC-OS193-130-46DD-008	Rev. 01
		Fecha 11/07/07							
		Visto C. Guevara							

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos confidenciales personalmente o su destinatario, los cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceras personas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

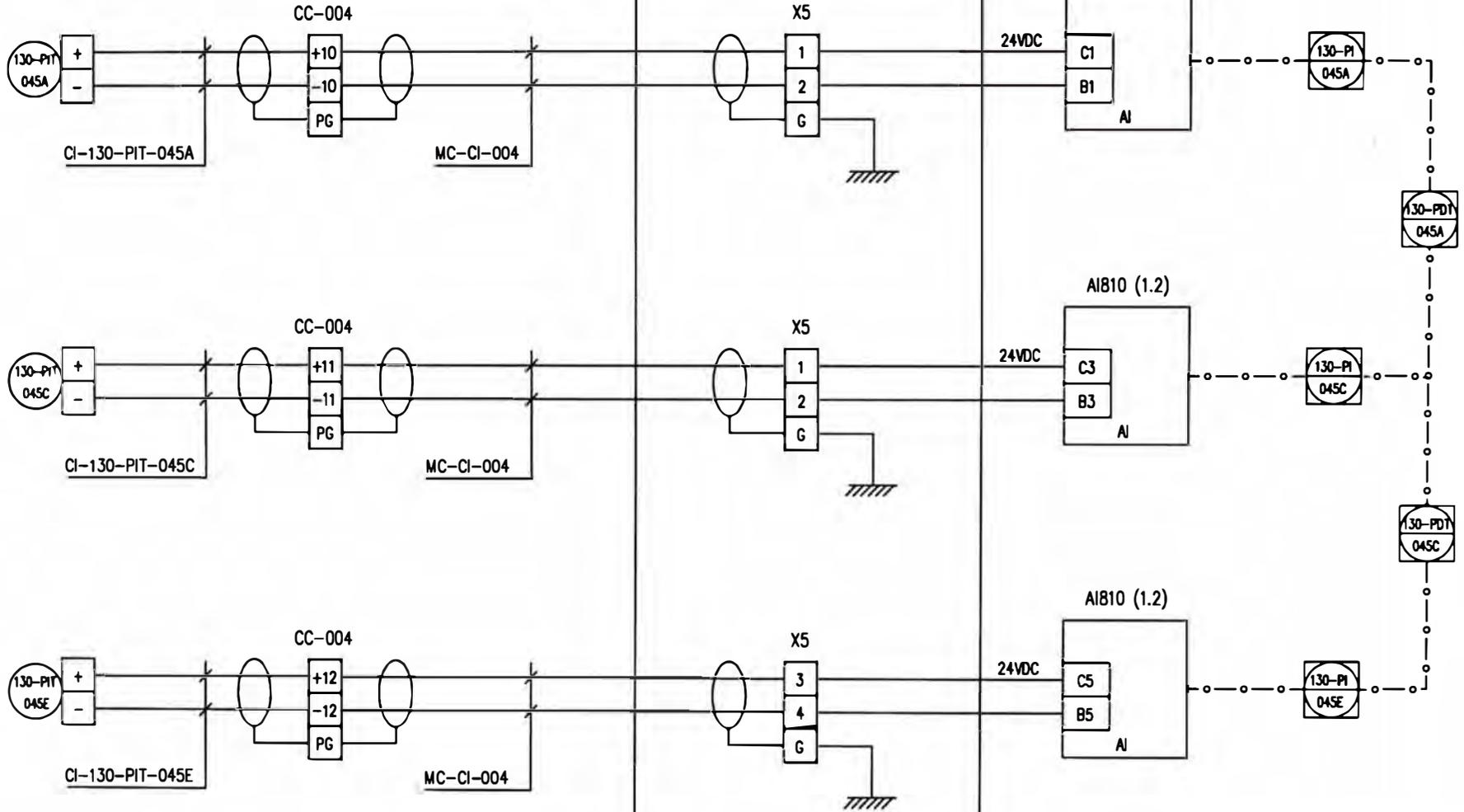
Modif.		Dib. Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A			Escala: S/E	LAZO DE CONTROL SALIDA DE GASES	PROYECTO: PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
Modif.		Rev. A. Velasquez	Reempl.por:			Reempl. a:		O.V.:	LC-OS193-130-46DD-009	Rev. 01
		Fecha 11/07/07							
		Visto C. Quevara							

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



Nuestro caso conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y otras confidencias personalmente o su destinatario, las cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiadas, reproducidas ni comunicadas o puestas a disposición de terceras personas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

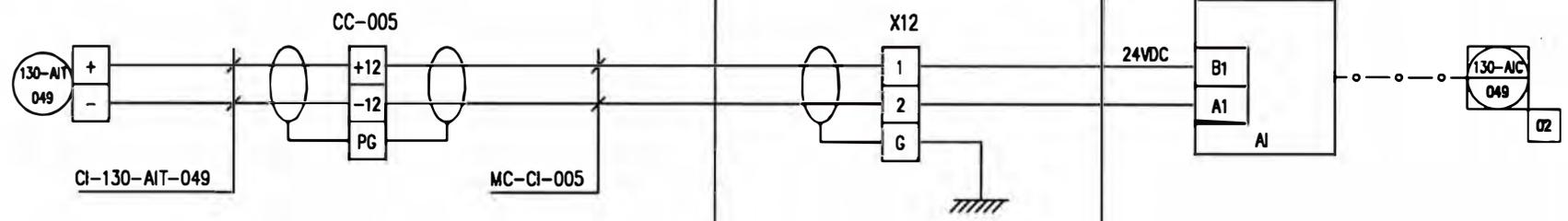
Modif.		Dib. Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A			Escala: S/E	LAZO DE CONTROL SALIDA DE GASES	PROYECTO: PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
		Rev. A. Velasquez							O.V.:	LC-OS193-130-46DD-010
		Fecha 11/07/07							Rev. 01
		Visto C.Guevara	Reempl. por:		Reempl. a:				

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre
 sus dibujos y anexos confidenciales personalmente o su destinataria, las
 cuales sin nuestro autorizacion escrita no podran ser copiados, repro-
 ducidos ni comunicados o puestos a disposicion de terceros personales.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

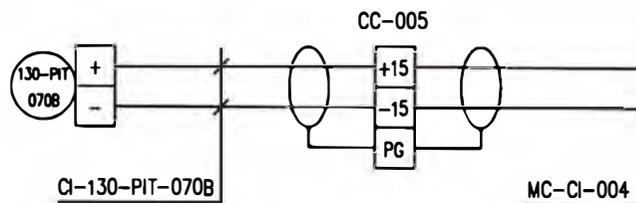
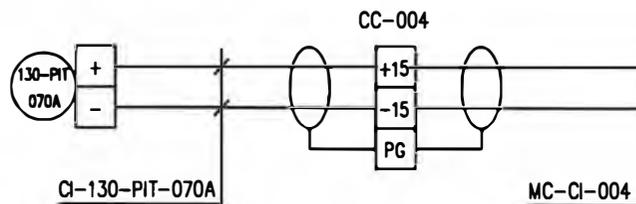
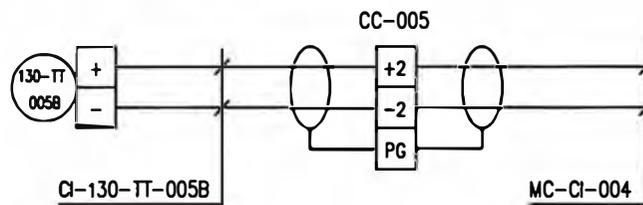
Modif.		Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A		Escala: S/E	LAZO DE CONTROL SALIDA DE GASES	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11		
		Rev.	A. Velasquez					O.V.:		LC-OS193-130-46DD-012	Rev.	01
		Fecha	11/07/07									
		Visto	C. Guevara					Reempl. por:		Reempl. a:		

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)

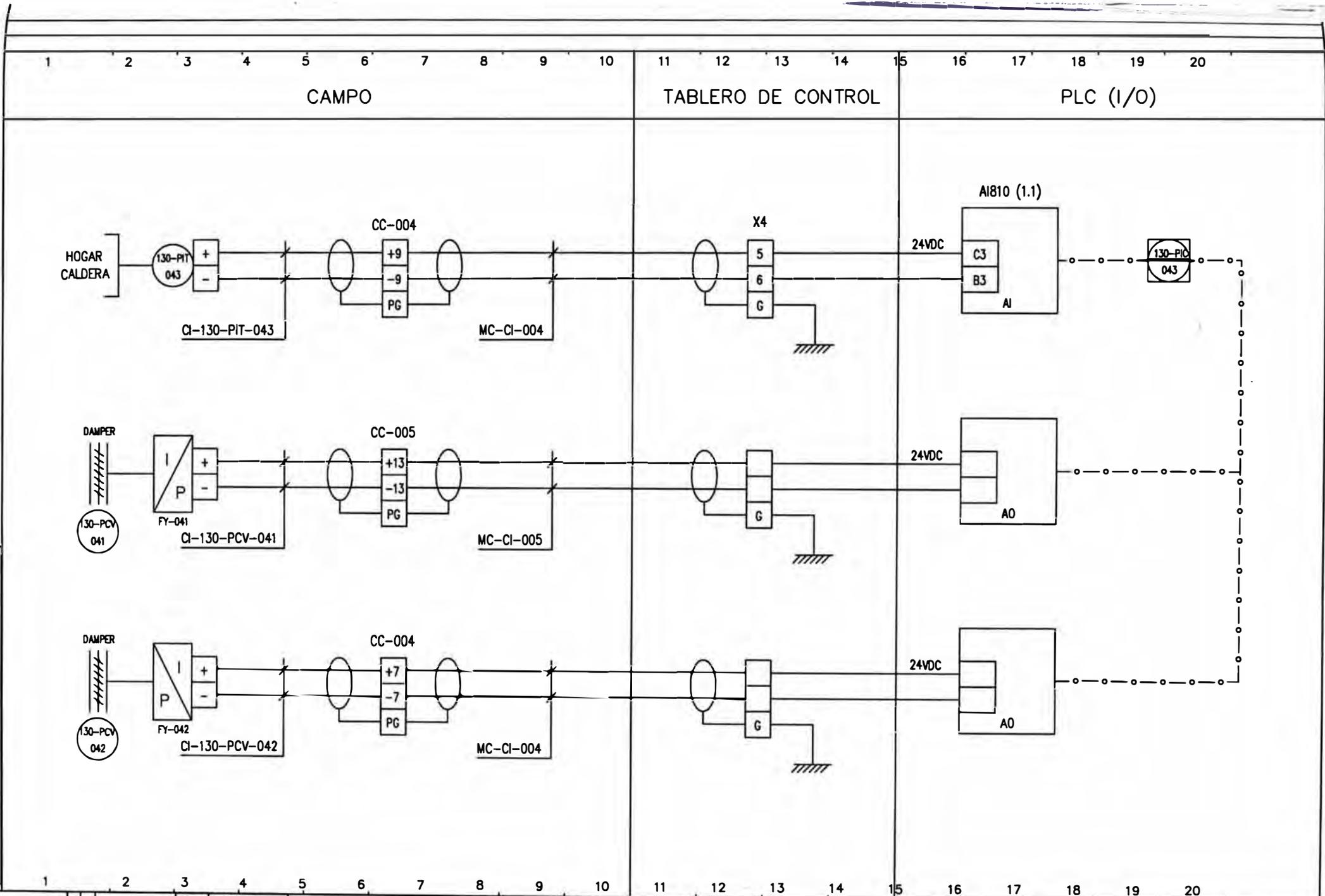


Nuestro caso conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y otros confidenciales para el destinatario, las cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceras personas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Modif.	Modif.	Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A		Escala: S/E	LAZO DE CONTROL LINEA DE AIRE PRIMARIO	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
		Rev.	A. Velasquez					O.V.:		LC-OS193-130-46DD-014
		Fecha	12/07/07					Reempl. por:		Rev. 01
		Visto	C. Guevara					Reempl. a:		

Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y otras confidencias parciales o su totalidad, las cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiadas, repro- ducidas ni comunicadas o puestas a disposición de terceras personas.



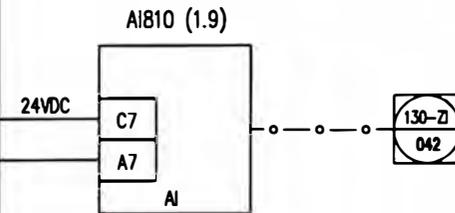
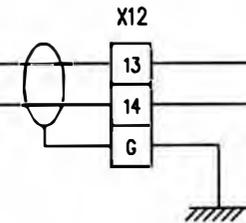
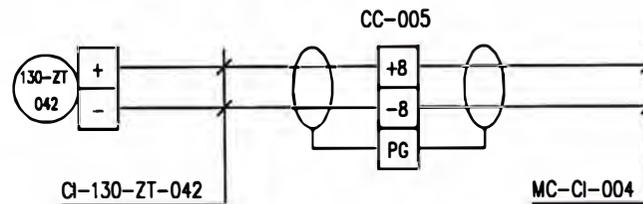
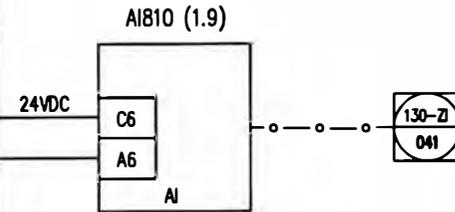
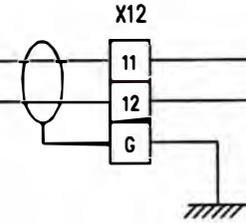
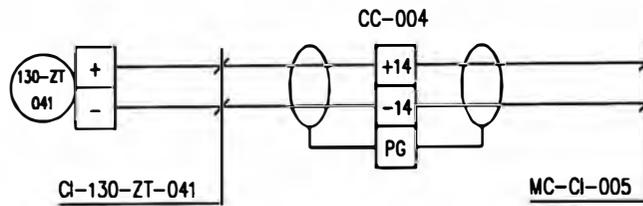
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Modif.																			
Dib. Y. Vasquez				AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A				ABB		Escala: S/E		LAZO DE CONTROL PRESION DE HOGAR				PROYECTO: PA7017		AUTOMATIZACION CALDERO 11	
Rev. A. Velasquez								Reempl. por:		Reempl. a:		O.V.:				LC-OS193-130-46DD-016		Rev. 01	
Fecha: 12/07/07																			
Visto C. Guevara																			

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y otros confidenciales parámetros o su desarrollo, pero, cuando sin nuestra autorización escrita no se comunicados, repro- ducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceras personas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

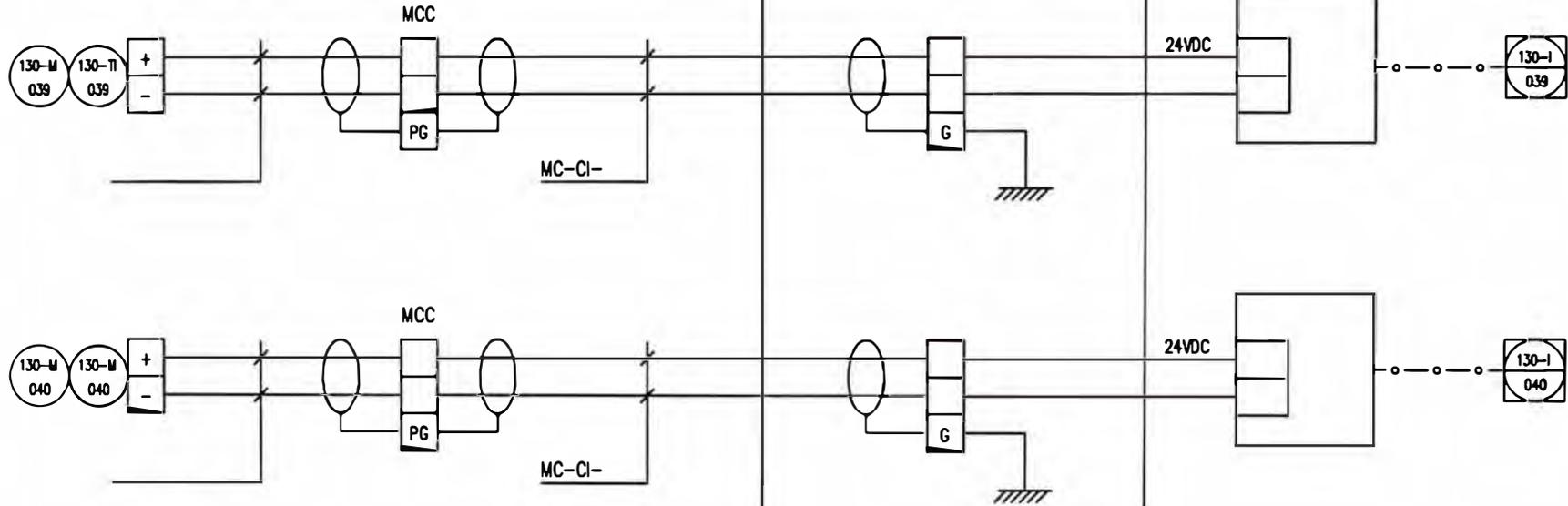
Modif.	Modif.	Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A		Escala: S/E	LAZO DE CONTROL PRESION DE HOGAR	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11	
		Rev.	A. Velasquez					O.V.:	LC-OS193-130-46DD-017	Rev.	01
		Fecha:	12/07/07								
		Visto:	C.Guevara					Reempl.por:		Reempl. a:	

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

MCC

BORNERA
TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre
 sus dibujos y anexos confidenciales parámetros, o su destino, las
 cuales en nuestra autorización escrita, no podrán ser reproducidas,
 cedidas ni comunicadas o puestas a disposición de terceros parafijas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Modif.	Modif.	Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A		Escala: S/E	LAZO DE CONTROL VENTILADORES DE TIRO INDUCIDO	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
		Rev.	A. Velasquez					O.V.:		LC-OS193-130-46DD-018
		Fecha	12/07/07							
		Visto	C. Guevara					Reempl. por:		Reempl. α:

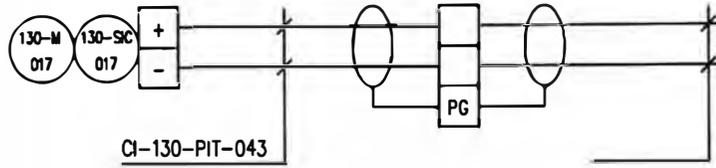
Rev.
01

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

SALA ELECTRICA

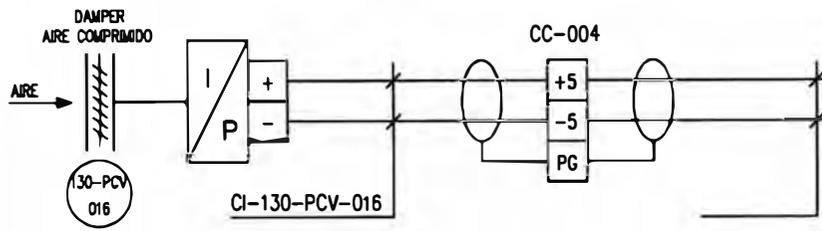
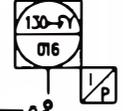
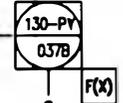
TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



CI-130-PIT-043

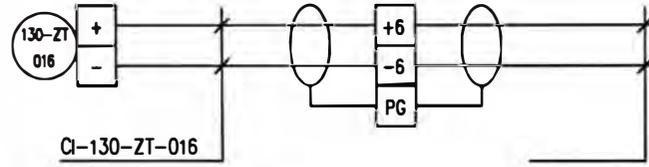
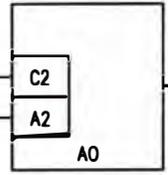
VIENE DE PLANO
LC-OS193-130-46DD-019



CI-130-PCV-016

CC-004

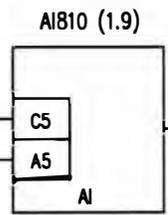
X13



CI-130-ZT-016

CC-004

X12



Nuestro caso conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos contenidos parcialmente o su totalidad, en los cuales sin nuestra autorización escrita no se pueden reproducir, difundir ni comunicar a personas o disposición de terceras personas.

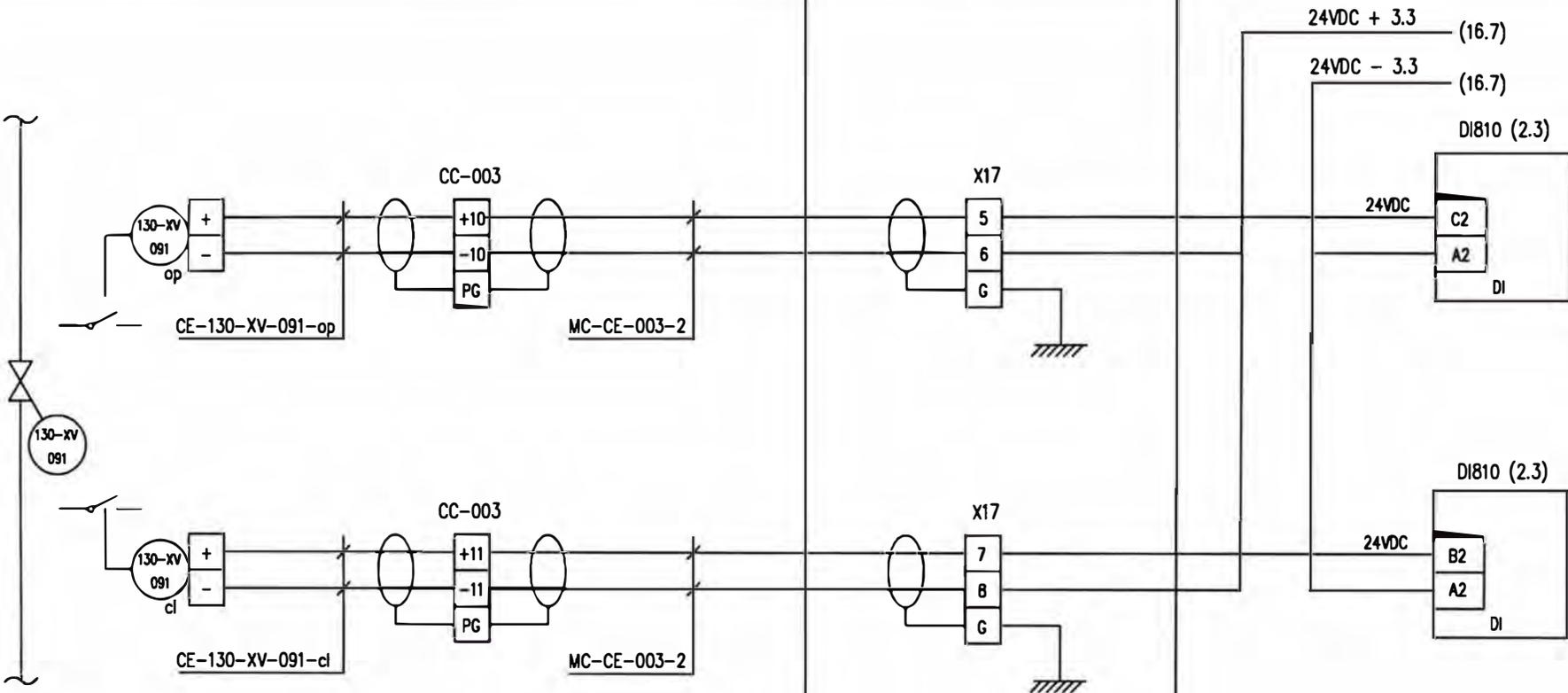
Modif.:		Dib. Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A	ABB	Escala: S/E	LAZO DE CONTROL DAMPER AIRE PRIMARIO	PROYECTO: PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
		Rev. A. Velasquez					O.V.:	LC-OS193-130-46DD-020
		Fecha 12/07/07						Rev. 01
		Visto C.Guevara	Reempl.por:	Reempl. a:				

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos confidenciales personalmente o su destinatario, las cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceros personas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

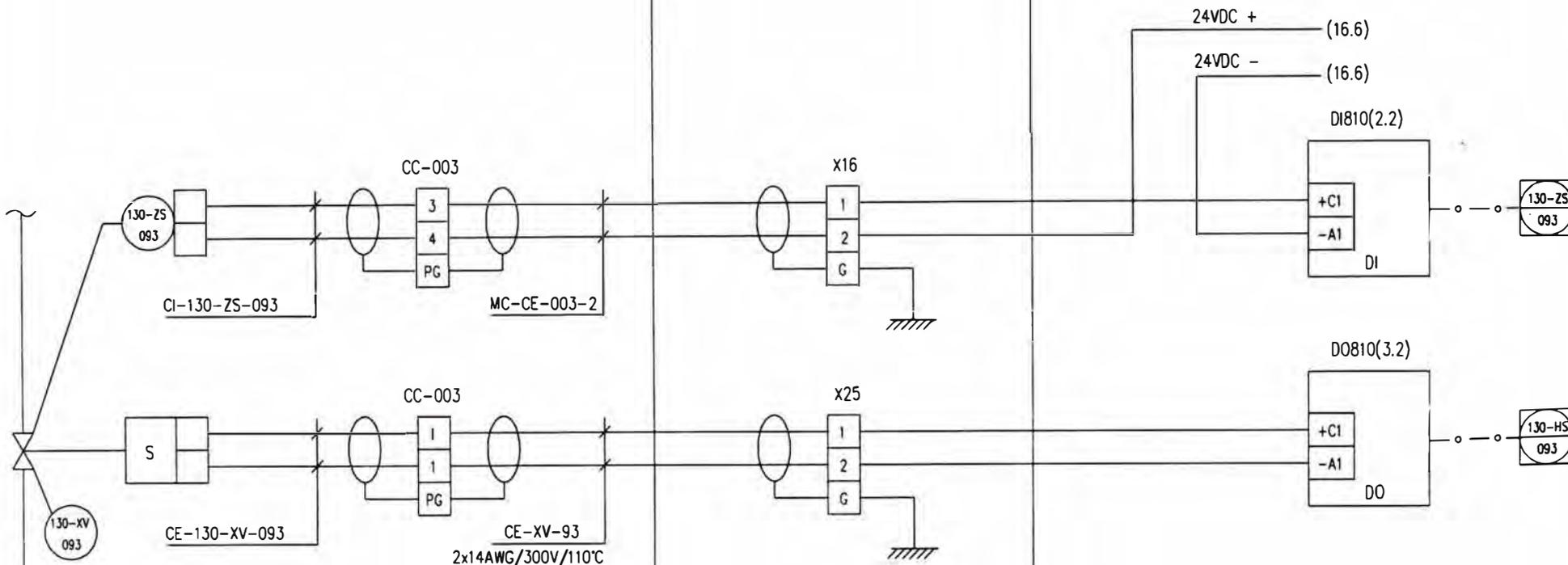
Modif.	Modif.	Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A		Escala: S/E	LAZO DE CONTROL VALVULA DE PURGA DOMO INFERIOR	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11	
		Rev.	A. Velaquez					O.V.:	LC-OS193-130-46DD-021	Rev.	01
		Fecha	12/07/07								
		Visto	C.Guevara					Reempl.por:		Reempl. a:	

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)

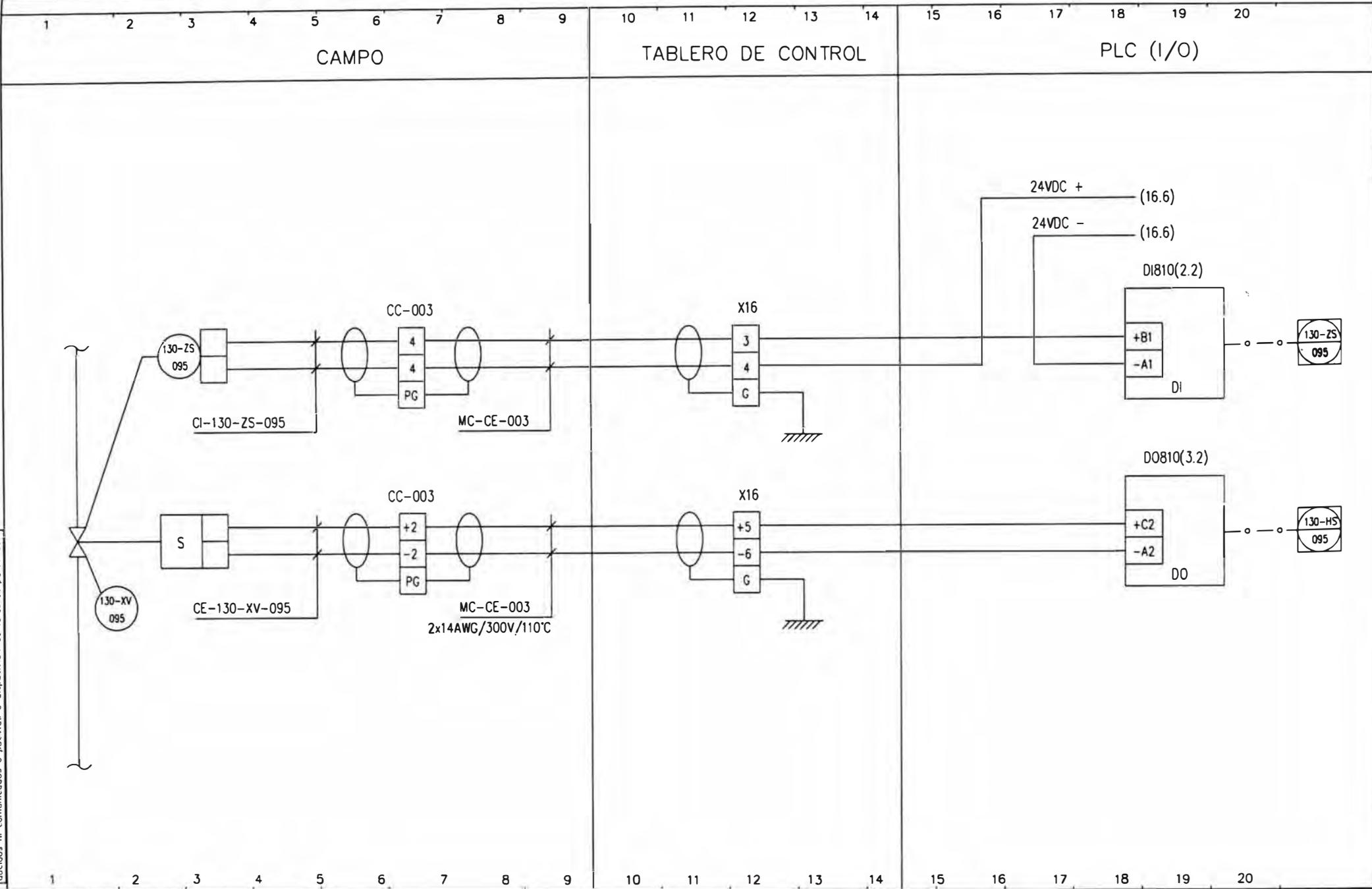


Nuestro caso conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos configurados personalmente o su destinatario, los cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceras personas.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Modif.	Modif.	Dib.	Y. Vozquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A		Escala: S/E	PROYECTO: PA7017 LAZO DE CONTROL DE PURGA SOPLADOR HOLLIN	AUTOMATIZACION CALDERO 11	
		Rev.	A. Velasquez					O.V.:	LC-OS193-130-46DD-041 1de2
		Fecha	30/11/07	Reempl. por:	Reempl. a:				Rev. 02
		Visto	C. Guevara						

Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y anexos, con todos los derechos reservados. Los cambios sin nuestros conocimientos no podrán ser copados, repro-ducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceros, personas físicas o jurídicas.



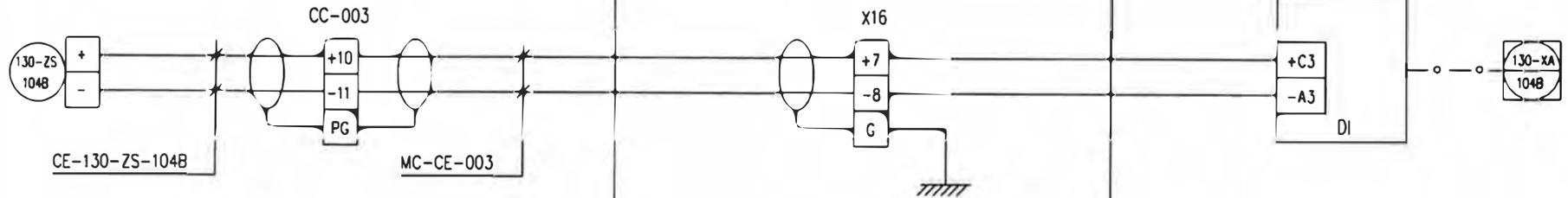
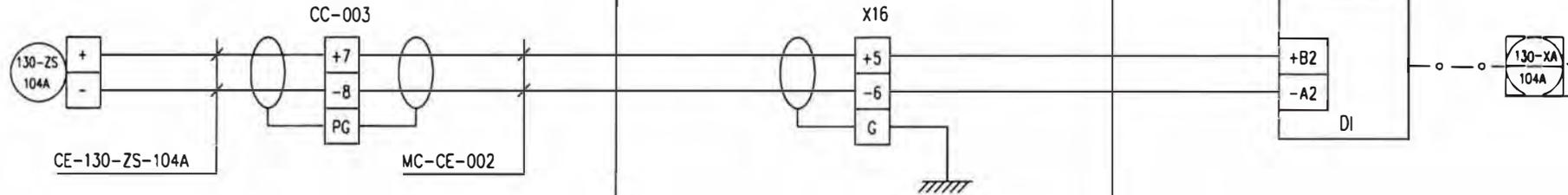
Modif:		Dib. Y. Vozquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A	ABBA	Escala: S/E	PROYECTO: PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
		Rev. A. Velosquez				O.V.:	LC-OS193-130-46DD-041 2de2
		Fecha: 30/11/07	Reempl.par:	Reempl. a:			Rev. 02
		Vista: C.Guevara					

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)



Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y otras confidencias personalmente o por designación, las cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, repro- ducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceros personas

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

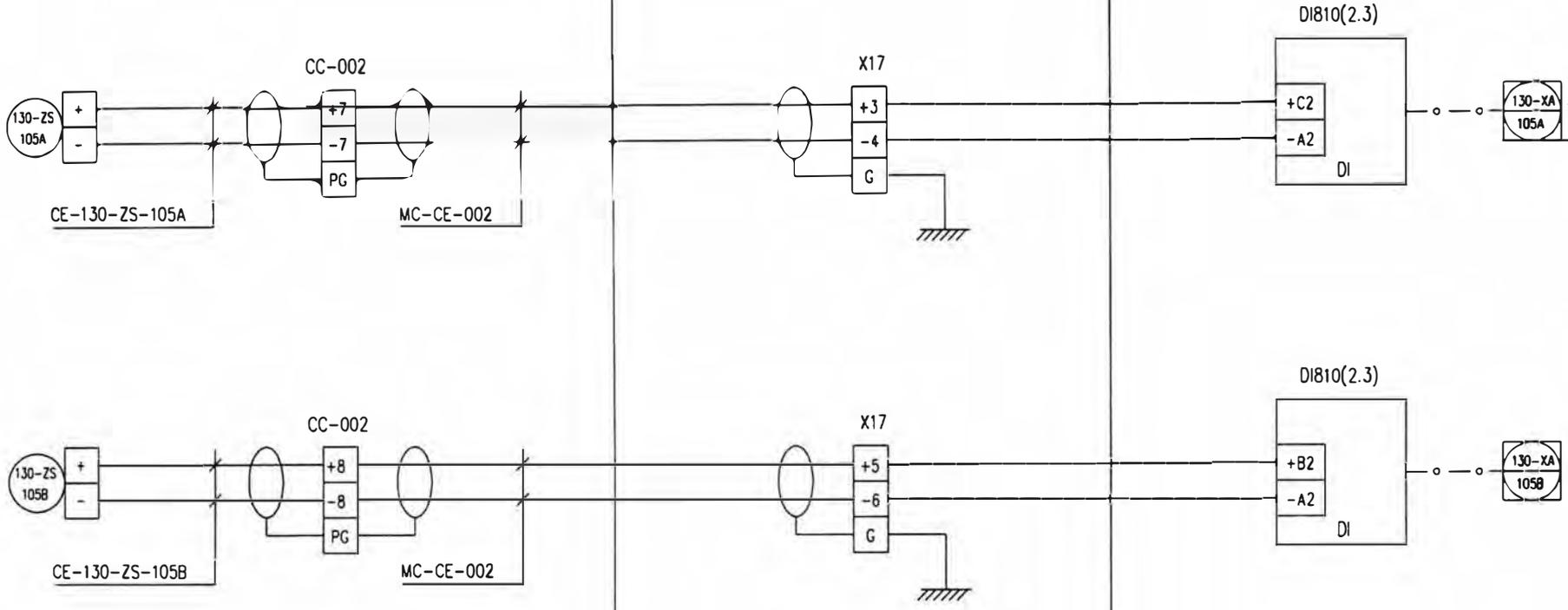
Modif.	Modif.	Dib.	Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A	ABB	Escala: S/E	LAZO DE CONTROL SOPLADORES DE HOLLIN RETRACTIL DERECHO	PROYECTO:	PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11
		Rev.	A. Velasquez					O.V.:		LC-OS193-130-46DD-042 1de3
		Fecha	30/11/07					Reempl. por:		Rev. 02
		Vista	C. Guevara	Reempl. a:						

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CAMPO

TABLERO DE CONTROL

PLC (I/O)

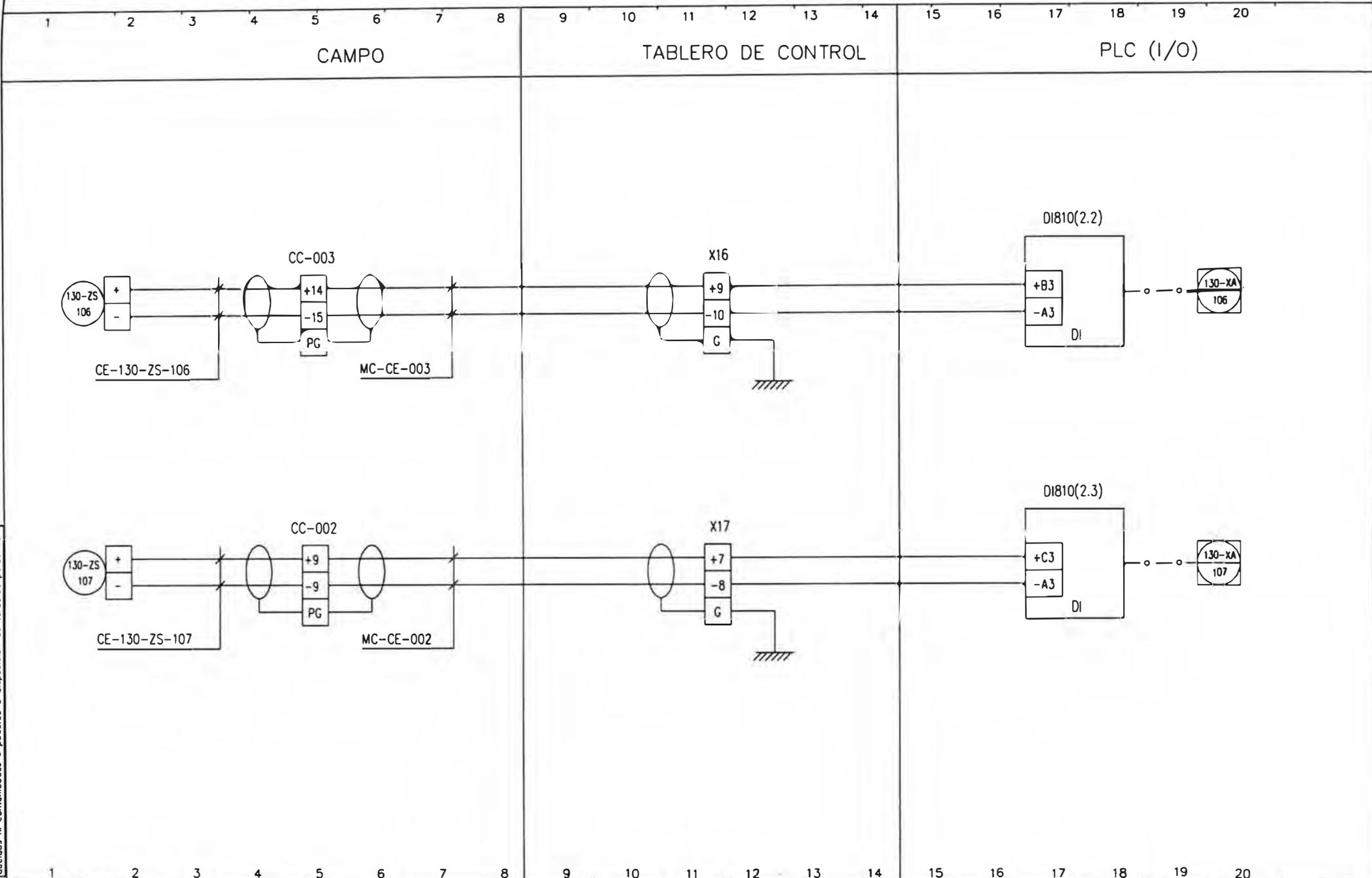


Nuestra casa conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre todos los planos, dibujos, especificaciones, patentes, o cualquier otro documento que pueda ser necesario, y se reserva el derecho de modificarlos sin previo aviso. Toda reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento escrito de nuestra casa puede ser castigado por la ley.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Modif.		Dib. Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A.  Escala: S/E	LAZO DE CONTROL SOPLADORES DE HOLLIN RETRACTIL DERECHO	PROYECTO: PA7017	AUTOMATIZACION CALDERO 11	
		Rev. A. Velasquez			O.V.:	LC-OS193-130-46DD-042 2de3	Rev. 02
		Fecha 30/11/07					
		Visto C. Guevara			Reempl. por:	Reempl. a:	

Nuestro caso conserva en todo tiempo el derecho de propiedad sobre sus dibujos y otros contenidos personalmente o su destinatario, los cuales sin nuestra autorización escrita no podrán ser copiados, reproducidos ni comunicados o puestos a disposición de terceros personas.



Modif.			Dib. Y. Vasquez	AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE S.A				Escala: S/E		LAZO DE CONTROL SOPLADORES DE HOLLIN FIJOS					PROYECTO: PA7017		AUTOMATIZACION CALDERO 11			
Modif.			Rev. A. Velasquez												O.V.:		LC-OS193-130-46DD-042 3de3			Rev. 02
			Fecha 30/11/07												Reempl. por:	Reempl. a:				
			Vista C. Guevara																	

ANEXO J

LISTA DE CABLES DE INSTRUMENTOS



EMPRESA AGROINDUSTRIAL CASAGRANDE S.A.A.



LISTA DE CABLES DE INSTRUMENTOS

Item	Código de Cable	Servicio	Tipo	aislam voltio	Tamaño	Ruta			long aprox flexible	Tubería	long aprox	Planos de Cajas de Conexión
						Desde	Via Media	Hasta				
1	CI-130-PIT-001	Presión de agua de alimentación	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	2.5 mts	RGS 1/1/2 "	60	OS193-130-46DD-030
2	CI-130-FIT-002	Flujo de agua de alimentación	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	2.5 mts	RGS 1-1/2	60	OS193-130-46DD-030
3	CI-130-FCV-003	Válvula de control de flujo de agua de alimentación	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	2.5 mts	RGS 1-1/2	60	OS193-130-46DD-030
4	CI-130-TT-004	Temperatura de agua de alimentación	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	2.5 mts	RGS 1-1/2	60	OS193-130-46DD-030
5	CI-130-TT-005A	Temperatura de agua de alimentación Economizador- tado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1 mts	RGS 2 "	43	OS193-130-46DD-030
6	CI-130-TT-005B	Temperatura de agua de alimentación Economizador -lado sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1 mts	RGS 2 "	43	OS193-130-46DD-030
7	CI-130-TT-006	Temperatura de agua de alimentación salida del Recalentador	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-006	1 mts	RGS 2 "	60	OS193-130-46DD-032
8	CI-130-PIT-008	Presión de vapor Domo superior	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	130-CC-005	130-CC-006	2.5 mts	RGS 1/1/2 "	60	OS193-130-46DD-032
9	CE-130-PVC-008	Válvula de alivio de Domo superior	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-006	1.5 mts	RGS 2 "	60	OS193-130-46DD-032
10	CI-130-LIT-009	Nivel de agua Domo superior	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	130-CC-005	130-CC-006	1 mts	RGS 1/1/2 "	60	OS193-130-46DD-032
11	CE-130-M-011	Estado de motor ventilador tiro forzado	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2 "	25	PA7017-1-7100-01-40
12	CI-130-IT-011	Corriente de motor de ventilador de aire primario	Multipar 24 pares	500 v	1par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	25	
13	CI-130-PIT-012	Presión de aire primario	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 2 "	45	OS193-130-46DD-030
14	CI-130-TT-013	Temperatura de aire primario antes de Recalentador	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 1- 1/4	48	OS193-130-46DD-030
15	CI-130-PIT-014A	Presión de aire primario detrás del Recalentador - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 1- 1/4	48	OS193-130-46DD-028
16	CI-130-PIT-014B	Presión de aire primario detrás del Recalentador - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 2 "	42	OS193-130-46DD-030
17	CI-130-TT-015A	Temperatura de aire primario salida Recalentador - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 1- 1/4	48	OS193-130-46DD-028
18	CI-130-TT-015B	Temperatura de aire primario salida Recalentador - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 1-1/2	43	OS193-130-46DD-030
19	CI-130-ZT-016	Control de compuerta aire primario	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 1- 1/4	48	OS193-130-46DD-028
20	CI-130-XS-016A	Posición de apertura de compuerta aire primario	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A		130-CC-002	1.5 mts	RGS 1- 1/4	48	OS193-130-46DD-025
21	CI-130-XS-016B	Posición de cierre de compuerta aire primario	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A		130-CC-002	1.5 mts	RGS 1- 1/4	48	OS193-130-46DD-025
22	CE-130-SIC-017	Estado de variador ventilador de aire secundario	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-VAR-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	27	PA7017-1-7100-01-46
23	CE-130-M-014	Estado de motor de Espaciador de Bagazo	Multipar 12 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	22	PA7017-1-7100-01-36
24	CE-130-SIC-019	Estado de variador alimentación de Bagazo No. 1	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-VAR-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	22	PA7017-1-7100-01-43
25	CE-130-SIC-020	Estado de variador alimentación de Bagazo No. 2	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-VAR-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	22	PA7017-1-7100-01-44
26	CE-130-SIC-021	Estado de variador alimentación de Bagazo No. 3	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-VAR-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	22	PA7017-1-7100-01-44
27	CE-130-SIC-022	Estado de variador alimentación de Bagazo No. 4	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-VAR-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	22	PA7017-1-7100-01-44
28	CE-130-SIC-023	Estado de variador alimentación de Bagazo No. 5	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-VAR-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	22	PA7017-1-7100-01-44
29	CE-130-LSH-025	Interruptor de nivel alto alimentador de Bagazo No. 1	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-001	1.5 mts	RGS 1-1/4	13	OS193-130-46DD-022
30	CE-130-LSL-025	Interruptor de nivel bajo/bajo alimentador de Bagazo No. 1	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-001	1.5 mts	RGS 1-1/4	13	OS193-130-46DD-022
31	CE-130-LSH-026	Interruptor de nivel alto alimentador de Bagazo No. 2	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-001	1.5 mts	RGS 1-1/4	13	OS193-130-46DD-022
32	CE-130-LSL-026	Interruptor de nivel bajo/bajo alimentador de Bagazo No. 2	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-001	1.5 mts	RGS 1-1/4	13	OS193-130-46DD-022
33	CE-130-LSH-027	Interruptor de nivel alto alimentador de Bagazo No. 3	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-001	1.5 mts	RGS 1-1/4	13	OS193-130-46DD-022
34	CE-130-LSL-027	Interruptor de nivel bajo/bajo alimentador de Bagazo No. 3	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-001	1.5 mts	RGS 1-1/4	13	OS193-130-46DD-022
35	CE-130-LSH-028	Interruptor de nivel alto alimentador de Bagazo No. 4	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-001	1.5 mts	RGS 1-1/4	13	OS193-130-46DD-022
36	CE-130-LSL-028	Interruptor de nivel bajo/bajo alimentador de Bagazo No. 4	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-001	1.5 mts	RGS 1-1/4	13	OS193-130-46DD-022
37	CE-130-LSH-029	Interruptor de nivel alto alimentador de Bagazo No. 5	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-001	1.5 mts	RGS 1-1/4	13	OS193-130-46DD-022
38	CE-130-LSL-029	Interruptor de nivel bajo/bajo alimentador de Bagazo No. 5	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-001	1.5 mts	RGS 1-1/2"	13	OS193-130-46DD-022

39	CI-130-TT-031	Temperatura de vapor entrada de Sobrecalentador No. 1	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	130-CC-005	130-CC-006	2.5 mts	RGS 1-1/2"	60	OS193-130-46DD-032
40	CI-130-TT-032	Temperatura de vapor entrada de Sobrecalentador No. 2	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	130-CC-005	130-CC-006	2.5 mts	RGS 1-1/2"	60	OS193-130-46DD-032
41	CI-130-TT-033	Temperatura de agua de salida del Condensador	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	130-CC-005	130-CC-006	2.5 mts	RGS 1-1/2"	60	OS193-130-46DD-032
42	CI-130-TCV-034	Control agua de atemperación salida del condensador	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	130-CC-005	130-CC-006	2.5 mts	RGS 1-1/2"	60	OS193-130-46DD-032
43	CI-130-TT-035	Temperatura de salida de vapor del Caldero	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	130-CC-005	130-CC-006	2.5 mts	RGS 1-1/2"	60	OS193-130-46DD-032
44	CI-130-FIT-036	Flujo de salida de vapor del Caldero	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	130-CC-005	130-CC-006	2.5 mts	RGS 1-1/2"	60	OS193-130-46DD-032
45	CI-130-PIT-037	Presión de salida de vapor del Caldero	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	2.5 mts	RGS 1-1/2"	60	OS193-130-46DD-030
46	CI-130-PIT-038	Presión de vapor de línea maestra	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	EQUIPO	2.5 mts	RGS 1-1/2"	125	PA7017-1-7100-01-21
47	CE-130-M-039	Estado Motor de Tiro Inducido - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	22	PA7017-1-7100-01-40
48	CI-130-IT-039	Corriente de Motor de tiro inducido - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS	22	PA7017-1-7100-01-40
49	CE-130-M-040	Estado Motor de Tiro Inducido - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	22	PA7017-1-7100-01-40
50	CI-130-IT-040	Corriente de Motor de tiro inducido - lado sur		500 v		130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS	22	PA7017-1-7100-01-40
51	CI-130-ZT-041	Control de posición de compuerta de tiro inducido - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 2"	43	OS193-130-46DD-028
119	CI-130-XS-041A	Posición de apertura de tiro inducido - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-002	1.5 mts	RGS 2"	43	OS193-130-46DD-025
52	CE-130-XS-041B	Posición de cierre de tiro inducido - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS	43	OS193-130-46DD-025
53	CI-130-ZT-042	Control de apertura de tiro inducido - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 1-1/4"	48	OS193-130-46DD-030
120	CI-130-XS-042A	Posición de apertura de tiro inducido - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-002	1.5 mts	RGS 2"	43	OS193-130-46DD-025
54	CI-130-XS-042B	Posición de cierre de tiro inducido - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 1-1/4"	48	OS193-130-46DD-025
55	CI-130-PIT-043	Presión del Hogar del Caldero	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 1-1/4"	48	OS193-130-46DD-028
56	CE-130-M-044A	Estado de motor de ciclone - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	22	PA7017-1-7100-01-38
57	CE-130-XV-044A	Válvula ON/OFF de ciclone - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-002	1 mts	RGS 1-1/2"	37	OS193-130-46DD-024
58	CE-130-LSH-044A	Nivel alto de cenizas ciclone - lado norte	Cable NLT	500 v	3 x 16 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-002	1 mts	RGS 1-1/2"	37	OS193-130-46DD-024
59	CE-130-M-044B	Estado de motor de ciclone - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	22	PA7017-1-7100-01-40
60	CE-130-XV-044B	Válvula ON/OFF de ciclone - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-002	1 mts	RGS 1-1/2"	37	OS193-130-46DD-024
61	CE-130-LSL-044B	Nivel alto de cenizas ciclone - lado sur	Cable NLT	500 v	2 x 14 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-002	1 mts	RGS 2"	37	OS193-130-46DD-024
62	CI-130-PIT-045A	Presión de salida de gases Economizador - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1 mts	RGS 1-1/4"	48	OS193-130-46DD-028
63	CI-130-PIT-045B	Presión de salida de gases Economizador - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 2"	43	OS193-130-46DD-030
64	CI-130-PIT-045C	Presión de salida de gases Ciclone - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 1-1/4"	48	OS193-130-46DD-028
65	CI-130-PIT-045D	Presión de salida de gases Ciclone - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 2"	43	OS193-130-46DD-030
66	CI-130-PIT-045E	Presión de salida de gases Lavador - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 1-1/4"	48	
67	CI-130-PIT-045F	Presión de salida de gases Lavador - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 1-1/2"	43	OS193-130-46DD-030
68	CI-130-TT-046A	Temperatura de salida de gases salida Recalentador - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 1-1/2"	48	OS193-130-46DD-028
69	CI-130-TT-046B	Temperatura de salida de gases salida Recalentador - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 1-1/2"	43	OS193-130-46DD-030
70	CI-130-TT-047A	Temperatura de salida de gases antes de Recalentador - lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 1-1/4"	48	OS193-130-46DD-028
71	CI-130-TT-047B	Temperatura de salida de gases antes de Recalentador - lado sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 1-1/2"	43	OS193-130-46DD-030
72	CI-130-PIT-048	Presión de gases de salida de Caldero	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 2"	43	OS193-130-46DD-030
73	CI-130-AIT-049A	Analizador de O2 sobre Chimenea	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 2"	43	OS193-130-46DD-031
74	CE-130-M-050	Estado Motor Parrillas Móviles	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	30	PA7017-1-7100-01-27
75	CE-130-M-051	Estado Motor Parrillas Móviles	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	30	PA7017-1-7100-01-27
76	CE-130-M-052	Estado Motor Parrillas Móviles	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	30	PA7017-1-7100-01-27
77	CE-130-M-054	Estado Motor de Gusanillo de sótano	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	30	
78	CE-130-M-055	Estado Motor de Gusanillos	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	30	
79	CE-130-M-056	Estado Motor de Gusanillos	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	30	
80	CE-130-M-44A	Estado de Motor de Gusanillos	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	30	PA7017-1-7100-01-38
81	CE-130-M-44B	Estado de Motor de Gusanillos	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	30	PA7017-1-7100-01-39

82	CE-130-M-057	Estado Motor de Sopladores de hollin retráctil	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	35	PA7017-1-7100-01-48
83	CE-130-M-058	Estado Motor de Sopladores de hollin retráctil	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	35	PA7017-1-7100-01-48
84	CE-130-M-059	Estado Motor de Sopladores de hollin retráctil	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	35	PA7017-1-7100-01-48
85	CE-130-M-060	Estado Motor de Sopladores de hollin #1	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	35	PA7017-1-7100-01-46
86	CE-130-M-061	Estado Motor de Sopladores de hollin #2	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	35	PA7017-1-7100-01-46
87	CE-130-M-062	Estado Motor de Soplador de hollin rotativo	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"		PA7017-1-7100-01-46
88	CE-130-M-063	Estado Motor de Soplador de hollin rotativo	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"		PA7017-1-7100-01-46
89	CE-130-M-064	Estado Motor de Soplador de hollin rotativo	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"		PA7017-1-7100-01-46
90	CE-130-M-065	Estado Motor de Soplador de hollin rotativo	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"		PA7017-1-7100-01-46
91	CE-130-M-42	Compuerta de Tiro Inducido Izquierdo	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"		PA7017-1-7100-01-42
92	CE-130-M-41	Compuerta de Tiro Inducido Derecho	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"		PA7017-1-7100-01-42
93	CE-130-M-16	Compuerta de Tiro Forzado	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"		PA7017-1-7100-01-42
94	CE-130-M-15	Compuerta de Aire Primario	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"		PA7017-1-7100-01-36
95	CE-130-M-066	Estado Motor de Soplador de hollin rotativo	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-TAB-011	N.A.	130-PLC-001B		RGS 2"	35	
96	CE-130-XV-95	Válvula On/Off admisión Soplador de hollin	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	130-CC-002	130-CC-003	2.5 mts	RGS 1-1/2"	55	OS193-130-46DD-026
97	CE-130-XV-94	Válvula On/Off drenaje Soplador de hollin	Multipar 24 pares	500 v	4 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-002	2.5 mts	RGS 1-1/2"	55	OS193-130-46DD-024
98	CE-130-XV-93	Válvula On/Off Soplador de hollin	Multipar 24 pares	500 v	3 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B		130-CC-003	2.5 mts	RGS 1-1/2"	55	OS193-130-46DD-026
99	CI-PIT-070A	Presión aire primario detrás de Recalentador - Lado norte	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 1-1/4"	489	OS193-130-46DD-028
100	CI-130-PIT-070B	Presión aire primario detrás de Recalentador - Lador sur	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 1-1/2"	43	OS193-130-46DD-031
101	CI-130-TT-080	Temperatura eficiencia Economizador - Recalentador	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 1-1/4"	48	OS193-130-46DD-028
102	CI-130-AIT-090	Conductividad de Agua de Domo superior	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-004	3.5 mts	RGS 2"	43	OS193-130-46DD-028
103	CI-130-FCV-090	Válvula purga de Domo superior izquierdo	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-004	3.5 mts	RGS 2"	37	OS193-130-46DD-028
104	CE-130-M-101	Estado de Motor Compresor	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg							
105	CI-130-PIT-102	Presión de aire	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-004	1.5 mts	RGS 1-1/4"	48	OS193-130-46DD-028
106	CI-130-ZS-93	Sensor Inductivo drenaje Soplador hollin norte	Multipar 12 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	130-CC-002	130-CC-003	1.5 mts	RGS 1-1/2"	46	OS193-130-46DD-026
107	CI-130-ZS-94	Sensor Inductivo drenaje Soplador hollin sur	Multipar 12 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-002	1.5 mts	RGS 2"	42	OS193-130-46DD-025
108	CI-130-ZS-95	Sensor Inductivo admisión Soplador hollin	Multipar 12 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	130-CC-002	130-CC-003	1.5 mts	RGS 1-1/2"	46	OS193-130-46DD-026
109	CI-130-ZS-104A	Sensor Inductivo adelante Retráctil norte	Multipar 12 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	130-CC-002	130-CC-003	1.5 mts	RGS 1-1/2"	46	OS193-130-46DD-026
110	CI-130-ZS-104B	Sensor Inductivo atrás Retráctil norte	Multipar 12 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	130-CC-002	130-CC-003	1.5 mts	RGS 1-1/2"	46	OS193-130-46DD-026
111	CI-130-ZS-105A	Sensor Inductivo adelante Retráctil sur	Multipar 12 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-002	1.5 mts	RGS 2"	42	OS193-130-46DD-025
112	CI-130-ZS-105B	Sensor Inductivo adelante Retráctil sur	Multipar 12 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-002	1.5 mts	RGS 2"	42	OS193-130-46DD-025
113	CI-130-ZS-106	Sensor Inductivo Soplador hollin Fijo norte	Multipar 12 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	130-CC-002	130-CC-003	1.5 mts	RGS 1-1/2"	46	OS193-130-46DD-026
114	CI-130-ZS-107	Sensor Inductivo Soplador hollin Fijo sur	Multipar 12 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001B	N.A.	130-CC-002	1.5 mts	RGS 1-1/2"	46	OS193-130-46DD-025
115	CI-130-ZT-15	Switch de control Damper aire secundario	cable apantallado	500 v	3 x 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	Equipo	1.5 mts	RGS 3/4"	15	PA7017-1-7100-01-29
116	CI-130-XS-15A	Switch de Apertura Damper aire secundario	NLT	500 v	3 x 16 awg	130-PLC-001A	N.A.	Equipo	1.5 mts	RGS 3/4"	15	PA7017-1-7100-01-34
117	CI-130-XS-16B	Switch de cierre Damper aire secundario	NLT	500 v	3 x 16 awg	130-PLC-001A	N.A.	Equipo	1.5 mts	RGS 3/4"	15	PA7017-1-7100-01-34
118	CI-130-AIT-049B	Analizador de Coe	Multipar 24 pares	500 v	1 par + shld, # 18 awg	130-PLC-001A	N.A.	130-CC-005	1.5 mts	RGS 2"	43	OS193-130-46DD-031

ALIMENTACIÓN 220Vac A EQUIPOS DE PLANTA

Item	Código de Cable	Servicio	Tipo	aislam voltio	Tamaño	Ruta			long aprox flexible	Tuberia	long aprox	plano
						Desde	Via Media	Hasta				
1	CE-130-AIT-49	Alimentación 220Vac Analizador CO2	Cable NLT	500 v	3x14 awg	130-PLC	N.A.	130-CC-002	1.5 mts	RGS 2"	46	OS193-130-46DD-024

2	CE-130-AIT-90	Alimentación 220Vac Analizador Conductividad	Cable NLT	500 v	3x14 awg	130-PLC	N.A.	130-CC-002	2 mts	RGS 2"	45	OS193-130-46DD-024
3	CE-130-LSL-44A	Alimentación 220Vac Switch de Nivel Ciclón norte	Cable NLT	500 v	2x14 awg	130-PLC	N.A.	130-CC-002	1.5 mts	RGS 2"	45	OS193-130-46DD-024
4	CE-130-LMC-44B	Alimentación 220Vac Switch de Nivel Ciclón sur	Cable NLT	500 v	2x14 awg	130-PLC	N.A.	130-CC-002	1.5 mts	RGS 2"	45	OS193-130-46DD-024

ANEXO K

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE INGENIERÍA DE DETALLE

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	01 oct '06							08 oct '06							15 oct '06							22 oct '06							29 oct '06							05 nov '06							12 n																									
				S	D	L	M	X	J	V	S	S	D	L	M	X	J	V	S	S	D	L	M	X	J	V	S	S	D	L	M	X	J	V	S	S	D	L	M	X	J	V	S	S	D	L	M	X	J	V	S	S	D	L	M	X	J	V	S	S	D	L	M	X	J	V	S	S	D	L	M
1	Ingeniería de detalle del Sistema de Instrumentación y Control	36 días	lun 02/10/06																																																																				
2	Elaboración del plan de trabajo en detalle	1 día	lun 02/10/06																																																																				
3	Documentar la concepción detallada del proyecto	1 día	lun 02/10/06																																																																				
4	Recopilación de información técnica del proyecto	2 días	mar 03/10/06																																																																				
5	Planos completos del proceso los P&D de la Ing. Básica Actualizados	0,5 días	mar 03/10/06																																																																				
6	Planos de Distribución Plot Plant de la instalación	0,5 días	mar 03/10/06																																																																				
7	Planos mecánicos de Instalación	0,5 días	mié 04/10/06																																																																				
8	Planos Eléctricos de Distribución	0,5 días	mié 04/10/06																																																																				
9	Recopilación de datos del proceso conforme a P&D Ing. Básica	4 días	jue 05/10/06																																																																				
10	Datos y características de la Caldera	1 día	jue 05/10/06																																																																				
11	Planos eléctricos Motores Eléctricos existentes	1 día	vie 06/10/06																																																																				
12	Diagramas de los Piping de la caldera	1 día	sáb 07/10/06																																																																				
13	Planos mecánicos de la Caldera No 11	1 día	lun 09/10/06																																																																				
14	Elaboración de las estrategias de control	6 días	mar 10/10/06																																																																				
15	Lazos de control	3 días	mar 10/10/06																																																																				
16	Planos típicos de Instrumentación	3 días	vie 13/10/06																																																																				
17	Elaboración de los Data Sheet de los Equipos de Control	4 días	mar 17/10/06																																																																				
18	Elaboración, especificaciones técnicas de Instrumentos de Campo, cableado	2 días	mar 17/10/06																																																																				
19	Especificaciones técnicas de montaje	2 días	jue 19/10/06																																																																				
20	Elaboración de la Documentación que Conforman el Proyecto	18 días	sáb 21/10/06																																																																				
21	Generación de órdenes de compra y criterios de diseño	2 días	sáb 21/10/06																																																																				
22	Lista de Instrumentos	1 día	mar 24/10/06																																																																				
23	Lista de Válvulas de Control	1 día	mié 25/10/06																																																																				
24	Lista de cables de Instrumentación	1 día	jue 26/10/06																																																																				
25	Diagramas de la Lógica Lista E/S	1 día	vie 27/10/06																																																																				
26	Plano de Recorrido de Cables y Bandejas	1 día	sáb 28/10/06																																																																				
27	Esquemas de Conexionado de Procesos	2 días	lun 30/10/06																																																																				
28	Hoja de Datos de Instrumentos	2 días	mié 01/11/06																																																																				
29	Cajas de Conexiones	1 día	vie 03/11/06																																																																				
30	Lazos de Control	2 días	sáb 04/11/06																																																																				
31	Diagramas Lógicos de Enclavamiento	1 día	mar 07/11/06																																																																				
32	Plano Unifilar de Instrumentación	1 día	mié 08/11/06																																																																				
33	Señales Cableadas al DCS	1 día	jue 09/11/06																																																																				
34	Descripción Detallada de Enclavamiento y Estrategias de Control	1 día	vie 10/11/06																																																																				
35	Recopilación de Documentos para cliente	1 día	sáb 11/11/06																																																																				
36	Preparación del Documento, entrega al cliente	1 día	sáb 11/11/06																																																																				

Proyecto: Ingeniería de detalle de
Fecha: lun 01/09/08

Tarea
División



Progreso
Hito



Resumen
Resumen del proyecto



Tareas externas
Hito exteTarea



División



ANEXO M
INFORMACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS

ANEXO L

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

Temperature Measurement Products Heavy Duty Spring Loaded Sensor Assembly with Transmitter - Series V10186

■ Design

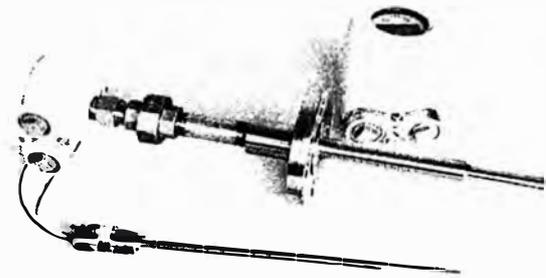
- Can be build from standardized components
- Standard lengths for fewer spare parts on stock
- Immersion lengths can be selected individually
- Spring loaded sensor can be replaced during operation
- No welding seams coming into contact with media

■ Technical features

- Approvals acc. to FM, ATEX and CSA for intrinsically safe installation of the transmitter
- Thermowell materials and designs adapted to operating conditions
- Installation of a transmitter in the connection head eliminates the need for multi-wire circuit
- Interference-immune standard output signal 4...20 mA

■ Applications

- Chemical process engineering
- Petroleum/natural gas supply and processing
- Power generation and heat distribution



Heavy Duty Spring Loaded Sensor
Assembly with Transmitter
Series V10186

Description

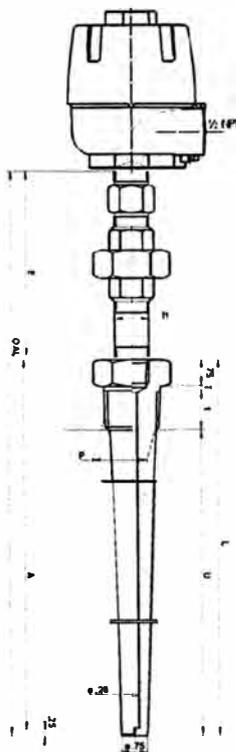
The thermocouple thermometers are used primarily for measuring temperatures in process systems which have corrosive media in the operating range up to 1832 °F (800 °C). RTD thermometers have an operating range up to 752 °F (400 °C).

They are composed of a thermowell made from bar stock material, with an extension and a connection head with a spring loaded exchangeable sensor inset. The design of the thermowell matches the mechanical requirements in both measurement and mechanical terms, thus enabling it to withstand high levels of stress caused by pressure (up to 10,000 psi), flow and vibration.

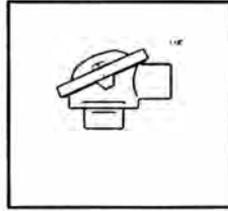
This self-contained spring design is ideal for mating sensors to virtually any enclosure and assembly. The sensor:

- can be removed while the system is running without dismantling the entire sensor,
- can be calibrated in the standard test facilities,
- can be stocked as a universal standard component in order to assure availability of the system during replacement.

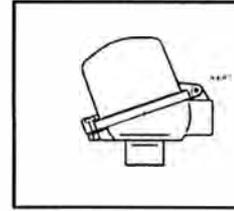
Sensor Design



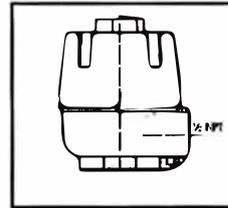
Connection heads



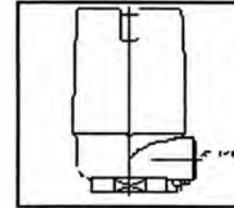
Type B, Aluminum, epoxy painted



Type BUZH, Aluminum, epoxy p.

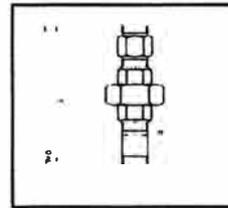


Type AGL, Aluminum, epoxy painted



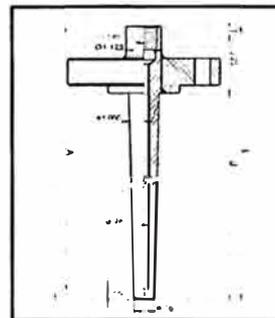
Type AGLHD, Aluminum, epoxy p

Extension

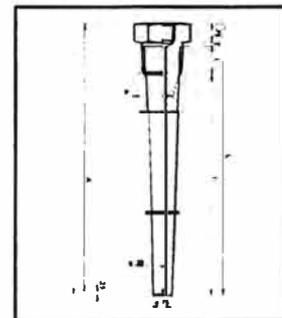


Nipple

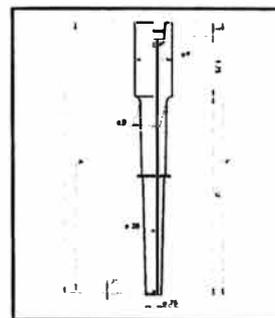
Thermowells



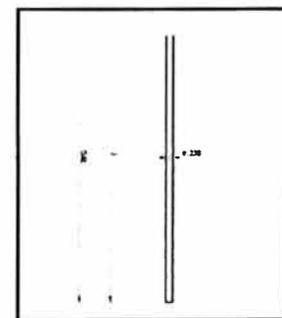
Flanged



Threaded



Socket weld



Without Thermowell

Captions

A	= Well Bore depth
B	= Thermowell stem diameter
E	= Extension length (nominal)
H	= Extension tube diameter
L	= Thermowell length
P	= Process Connection
T	= Lag Extension length
U	= Immersion length
X	= Sensor length with compressed spring

Transmitter options

General Purpose

TS 02	programmable
TH 02	HART™ programmable
TF 12	PROFIBUS PA

Hazardous Areas (intrinsically safe)

TS 02-Ex	programmable
TH 02-Ex	HART™ programmable
TF 12-Ex	PROFIBUS PA

Material options

Brass
Carbon Steel
304 and 304/L Stainless Steel
316 and 316/L Stainless Steel (standard)
Inconel 600
Incoloy 800
Monel 400
Titanium GR2
Hastelloy C276 and Hastelloy B
Teflon

All thermowells in this Data Sheet are drilled from bar stock material and their outside shape machined. The thermowell designs represent common models conforming to US standards. Custom designed Thermowells can also be supplied to any specification.

Operational data

The permissible stress depends on medium and installation related data:

General application specifications cannot be given in view of manifold range of versions. If values are needed a stress analysis acc. Murdock is recommended.

Medium related

- Medium
- Viscosity
- Flow velocity
- Pressure
- Temperature

Installation related

- Material
- Thermowell design
- Immersion length
- Pressure at process connection
- Vibration

Model Number V10186-

Material

304/304L Stainless Steel
 316/316L Stainless Steel (standard)

Process connection P

Process connection P	Size ["]	Rating [Lbs.]	
Flange	1	150	F1
Flange	1.5	150	F2
Flange	2	150	F5
Flange	1.0	300	F8
Flange	1.5	300	F3
Flange	2.0	300	F4
Threaded (standard)	1/2	N/A	T1
Threaded (standard)	3/4	N/A	T2
Threaded (standard)	1	N/A	T3
Socket Weld	3/4	N/A	W2
Socket Weld	1	N/A	W3

Tip Design

Tapered (standard)
 Reduced tip (standard)
 Straight (standard)

Thermowell Dimensions (inches)¹⁾

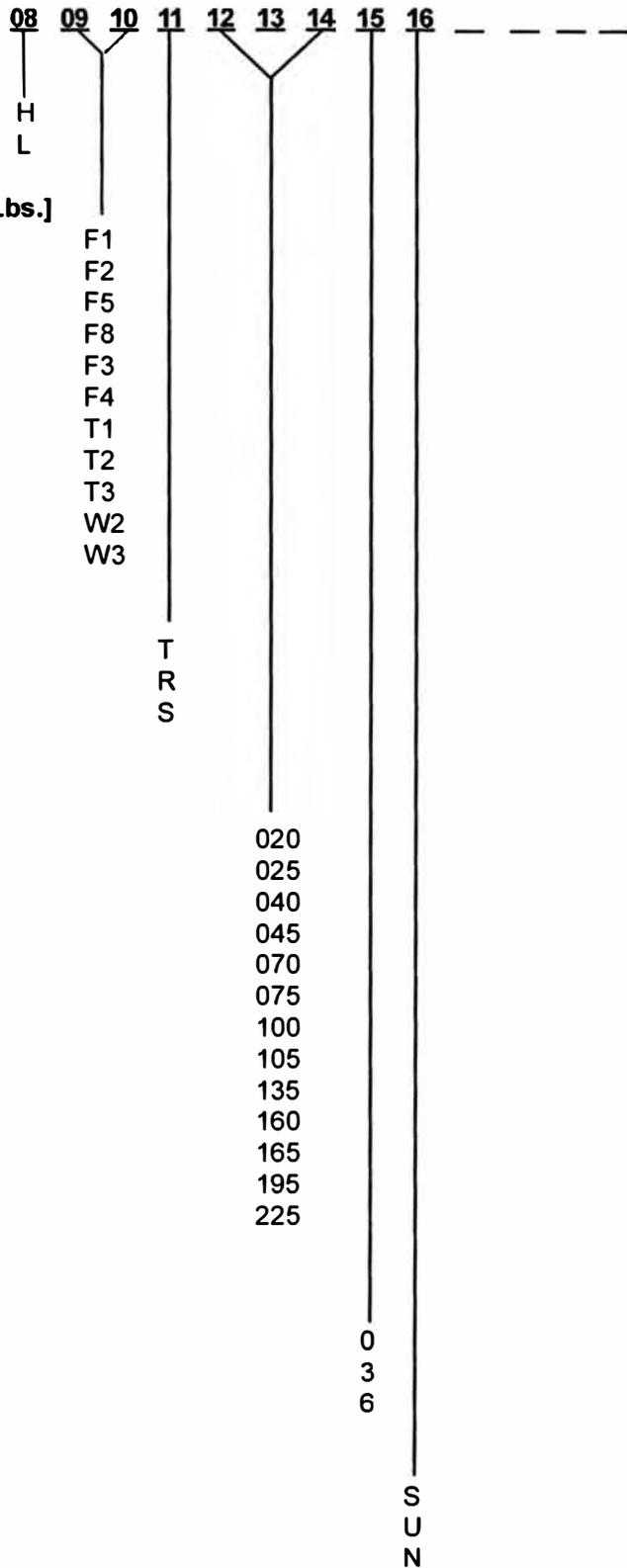
(U) Length	(T) Lag Length	
2.0	0	020
2.5 (standard)	0	025
4.0 (standard)	0	040
4.5 (standard)	0	045
7.0 (standard)	0	070
7.5 (standard)	0	075
10.0 (standard)	0	100
10.5 (standard)	0	105
13.5 (standard)	0	135
16.0	0	160
16.5	0	165
19.5	0	195
22.5	0	225

Thermowell Lag Length T ["]

No Lag	0.00	(Standard)	0
	3.00		3
	6.00		6

Extension Type

Extension Type	Length E	Material
Union-Nipple (standard)	3 inches	316SS
Union-Nipple	6 inches	316SS
Without		



Model Number V10186-

				17	18	19	20
Sensor	Sheath Material	Style					
1 x Pt 100, 2-wire	AISI 316 Ti	Single (standard)		2			
1 x Pt 100, 3-wire	AISI 316 Ti	Single (standard)		3			
1 x Pt 100, 4-wire	AISI 316 Ti	Single (standard)		4			
2 x Pt 100, 3-wire	AISI 316 Ti	Duplex		6			
1 x Type K	INCONEL 600	Ungrounded, Single (standard)		H			
1 x Type J	AISI 316 Ti	Ungrounded, Single (standard)		G			
1 x Type E	INCONEL 600	Ungrounded, Single		E			
1 x Type T	AISI 316 Ti	Ungrounded, Single		T			
2 x Type K	INCONEL 600	Ungrounded, Duplex		J			
2 x Type J	AISI 316 Ti	Ungrounded, Duplex		I			
2 x Type E	INCONEL 600	Ungrounded, Duplex		F			
2 x Type T	AISI 321 Ti	Ungrounded, Duplex		U			
Accuracy	According to IEC 60 751 & IEC 60 584						
Class B	(Standard)	RTD only				A	
Class 2	(Standard)	T/C only				G	
Class A	Special	RTD only				E	
Class 1	Thermocouples only	Special				H	
Connection Head⁵⁾	Material	Cable Entry	Class of Prot.				
Without							0
B ⁴⁾	aluminum	1/2" NPT	NEMA 4				1
BUZH (standard)	aluminum	1/2" NPT	NEMA 4				5
AGL	aluminum	1/2" NPT	NEMA 4X				B
AGLHD ⁴⁾	aluminum	1/2" NPT	Prometer				D
AGLHD ⁴⁾ (standard)	aluminum	1/2" NPT	CoMeter				C
Head Mounted Transmitter³⁾							
Without							0
TH 02 (standard)		HART protocol, General Purpose					9
TF 12		PROFIBUS PA (only with BUZH or AGL Conn. Head)					K
TH 02-Ex (standard)		HART protocol, Intrinsically Safe					J
TF 12-Ex		PROFIBUS PA (only with BUZH or AGL Conn. Head) ATEX					L

1) Minimum Length U = 2.0"

2) Operating range various between the thermocouples

3) Specify min. value (LRV for 4mA signal), max. value (URV for 20 mA signal) and °C or °F

4) Not with TF 12 xmt.

Order number example

V10186-LT1T0450U3AB9

Thermowell

316 Stainless Steel (standard)

Threated 1/2" Process Connection

Tapered Tip Design

SensyTemp TW Heavy Duty Spring Loaded Sensor Assembly

Response times

Apart from the thermowell mass at the measuring point, the factors governing the heat transfers, which are the chief determinants for the response time, are the heat capacity, pressure, density, moisture and flow velocity of the medium. The following table features approximate values, referring to water or air.

Greater flow velocities and heat capacities considerably reduce the time intervals. The values T0.5 and T0.9 give information on the time period after which 50 % or 90 % of a sudden temperature change is displayed.

Type	U-length	In water 0.4 m/s		In air 3 m/s	
		T 0.5	T 0.9	T 0.5	T 0.9
Resistance thermometer RTD					
Tapered	2.5 inch	20	63	300	900
Tapered	5 inch	14	44	235	706
Thermocouple					
Tapered	2.5 inch	16	50	235	705
Tapered	5 inch	10	40	150	500

Resistance thermometers

Nominal resistance/Standard/Tolerance

Resistance elements with platinum measurement windings are used. In accordance with DIN EN 60 751 the nominal resistance is defined as follows:

- 100 ohms . = at 0 °C
- Temperature coefficient $3.85 \cdot 10^{-3} (K^{-1})$ – averaged between 0 °C and 100 °C.

For your quick reference some typical permissible values are shown in the below table for Class A and B.

For practical reasons we recommend a maximum long-term operating temperature of max. 400 °C for Class A tolerance.

Operational temperature

The temperature range is from -392...+1110°F
(-200...+600 °C)

Sheath material

The standard material used for all resistance thermometer measuring insets is 316 Ti.

Number of lead wires/measuring circuits/sheath diameters

Sensors can be supplied with:

- 1 or 2 measurement RTD's and
- in 2, 3 and 4-wire circuits.

However, in some particular case the combinations are restricted.

Resistance of platinum RTD acco. To IEC 60 751							
Temperature	0°C	100°C	200°C	300°C	400°C	500°C	600°C
Temperature	32°F	212°F	392°F	572°F	752°F	932°F	1112°F
Ω	100	138.51	175.86	212.05	247.09	280.98	313.71
Allowed Deviation for platinum RTD acc. To IEC 60 751							
Class 2 (K)	0.3	0.8	1.3	1.8	2.3	2.8	3.3
Class 1 (K)	0.15	0.35	0.55	0.75	0.95	1.15	N/A

Thermocouple thermometers

Standard/Tolerance

For thermocouples conforming to DIN EN 60 584 various different classes are defined for the permissible deviation from the e.m.f. reference table. The measured thermoelectric emf. corresponds to the temperature difference between hot junction and reference junction. The reference table conforming to DIN EN 60 584 relates to a reference temperature at 0 °C.

Because of the fact that, as the temperature rises, the effects of oxidation can have significant adverse effects on the characteristics and service life of a measuring inset, the specified operating temperatures (dependent on thermocouple type, tolerance class and sheath diameter) should never be exceeded.

Accessories, components

Many of the components of the models listed in the catalog can be ordered as separate components or modules. In this respect, please consult your closest representative.

Thermoelectric Voltage (mV) acc. to IEC 60584						
Temperature	200°C	350°C	500°C	700°C	900°C	1100° C
Temperature	392°F	662°F	932°F	1292°F	1652°F	1832° F
Type J (mV)	10.78	19.09	27.39	39.13	51.88	63.79
Type K (mV)	8.14	14.29	20.64	29.13	37.33	45.12
Type N (mV)	5.91	11.14	16.75	24.53	32.37	40.09
Allowed Deviation for Type K thermocouple acc. to IEC 60584						
Class 2 (K)	2.5	2.6	3.8	5.3	6.8	8.3
Class 1 (K)	1.5	1.5	2.0	2.8	3.6	N/A

Standard and special combinations					
Type of thermocouple		Standards		Tolerance	
Type	Special	Standard Type	Special Type	Standard Type	Special Type
J (Fe-CuNi)	E (NiCr-CuNi)	IEC 60584		Class 2	Class 1
K (NiCr-Ni)	T (Cu-CuNi)	IEC 60584	ANSI MC96.1	Standard	Special
N (NiCrSi-NiSi)	R (Pt13Rh-Pt)	IEC 60584	National std	See Std	See Std
S (Pt10Rh-Pt) B (Pt30Rh-Pt6Rh)	L (Fe-CuNi) U (Cu-CuNi)	DIN43 710		DIN	½ DIN

Operating temperature, lead resistance, sheath material				
Type	Measuring inset 6 mm Ø			Sheath material
	Long-term temperature for tolerance		Lead resistance	
	Class 1	Class 2	Ω/m with Rt	
T	-	500°C / 932°F	0.7	321
E	-	800°C / 1472°F	1.8	316 Ti
J	600°C / 1112°F	700°C / 1292°F	0.9	316 Ti
K	800°C / 1472°F	1000°C / 1832°F	1.5	INCONEL 600
N	800°C / 1472°F	1000°C / 1832°F	1.5	INCONEL 600
L	600°C / 1112°F	700°C / 1292°F	0.9	321
U	-	400°C / 752°F	0.7	321

Other versions

This data sheet contains only a small selection of our range of thermometers with thermowells and transmitter. Please consult your closest representative for other models.

Other options:

- Special Insertion Length
- Special process connection
- Thermowell material
- Design style of thermowell
- Conduit connections
- Connection head painting
- Tests and certificate

Notes

ABB has Sales & Customer Support
expertise in over 100 countries worldwide

www.abb.com

The Company's policy is one of continuous product
improvement and the right is reserved to modify the
information contained herein without notice.

Printed in USA (12.12.03)

©ABB 2003



ABB Inc.
125 East County Line Road
Warminster
PA 18974
USA
Tel: +1 215 874 6000
Fax: +1 215 674 7183

ABB Ltd
Howard Road, St. Neots
Cambridgeshire
PE19 8EU
UK
Tel: +44 (0)1480 475321
Fax: +44 (0)1480 217948

INSTRUCTION MANUAL

IE67-84-2B

Water & Industrial Analytics

Advantage Series Transmitter

Type TB84EC Four-Electrode Conductivity



ABB Automation



The sections of this product instruction are sequentially arranged as they relate to initial start-up (from UNPACKING to REPAIR/REPLACEMENT PROCEDURES). After initial start-up, refer to this instruction as needed by section.

GLOSSARY OF TERMS AND ABBREVIATIONS

Table 1-1. Glossary of Terms and Abbreviations

Term	Description
Analog	Continuously variable as opposed to discretely variable.
Boredom Switch	An automatic timer built into the TB84EC Advantage Series analyzer that returns the instrument to the Measure Mode of Operation if a user has entered another mode of operation and has not initiated another action for twenty minutes.
Conductivity	Term derived from Ohm's Law that is defined as $E=IR$. When voltage E is connected across an electric conductor, electric current I will flow that is dependent on the resistance R of the conductor. Conductivity is the reciprocal of resistance.
Control Output	The control system signal that influences the operation of a final control element.
Damping	Damping time described as a lag.
Digital	A discretely variable signal usually having only two states, on or off.
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory. A type of non-volatile memory that can be electrically programmed and erased.
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory. This memory holds the operational program for the microcontroller integral to the analyzer.
EU	Engineering Unit. A set of units that define the numeric variable (e.g., ppm, %, TDS, etc.).
FS	Full Scale. The maximum allowable Process Variable range.

Term	Description
Ground Loop	A path between two separate ground connections thus allowing unwanted current flow through the measurement cabling or circuitry.
HotKey	A short-cut that moves the user from the View Configure State to the Modify Configure State of Operation.
Icon	A text or symbolic image representing a set function, condition, or engineering unit.
LCD	Liquid Crystal Display. The custom three and one-half digit primary display, six-character alpha-numeric secondary field, and supporting icons that allow for local readout of the process variable, programming of analyzer functions, and local indication of fault, hold, and relay state conditions.
Loop	That portion of an analog process control loop that resides within the analyzer. It typically consists of an analog input measuring the process variable and an analog output driving a final control element or data recorder.
LSD	Least Significant Digit.
$\mu\text{S/cm}$	Unit of conductivity, microsiemens per centimeter or 10^{-6} siemens/cm (equivalent to 1 micromho/cm).
mS/cm	Unit of conductivity, millisiemens per centimeter or 10^{-3} siemens/cm (equivalent to 1 milliomho/cm)
Non-volatile Memory	Memory that retains programmed information such as configuration and calibration parameters, even when power is removed.
PCB	Printed Circuit Board. A flat board that contains pads for integrated circuit chips, components, connections, and electrically conductive pathways between those elements that function together to form an electronic circuit.
Process Variable	Temperature compensated conductivity, concentration, or temperature, depending on the configured analyzer options.

Term	Description
RTD	Resistive Temperature Detector. An element whose resistance has a relationship with the temperature of its surroundings.
SEEPROM	Serial Electrically Erasable Programmable Read Only Memory. A type of non-volatile memory that can be electrically programmed, erased, and read using serial communication techniques.
Slope	The linear relation between two sets of variables that describes the rate of change between these variables.
Solution Coefficient	A method of temperature compensation that assumes a constant change in solution conductivity relative to temperature. The units are in percentage of conductivity per °C.
SSD	Static sensitive device.
Temperature Compensation	Correcting a process variable for the effects of temperature.

REFERENCE DOCUMENTS

Table 1-2. Reference Documents

Number	Document
E67-23-1	Conductivity Sensors for Process Monitoring
WTPEEUS520004A0	TB84EC Advantage Series Product Specification

NOMENCLATURE

Position	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Type	TB84	.	.	.	.	.	.	.	.	Advantage Series Analyzer	.	.
	|	|	|	|	|	|	|	|	|	Input		
P	H	|	|	|	|	|	|	|	|	pH/ORP/pION		
E	C	|	|	|	|	|	|	|	|	Four-Electrode Conductivity		
T	E	|	|	|	|	|	|	|	|	Two-Electrode Conductivity		
T	C	|	|	|	|	|	|	|	|	Toroidal Conductivity		
		|	|	|	|	|	|	|	|	Programming		
		1	|	|	|	|	|	|	|	Basic		
		2	|	|	|	|	|	|	|	Advanced		
			|	|	|	|	|	|	|	Reserved		
			0	|	|	|	|	|	|	None		
				|	|	|	|	|	|	Reserved		
				0	|	|	|	|	|	None		
					|	|	|	|	|	Housing Type		
						0	|	|	|	Powder Coated, Alodined		
							|	|	|	Aluminum		
							|	|	|	Mounting Hardware		
							0	|	|	None		
							1	|	|	Pipe		
							2	|	|	Hinge		
							3	|	|	Panel		
							4	|	|	Wall		
								|	|	Agency Approval		
								0	|	None		
								1	|	FM		
								2	|	CSA		
									|	Label		
									0	None		
									1	Stainless Steel		
									2	Mylar		

NOTE: A single digit or letter must be used in each nomenclature position.

SPECIFICATIONS

Table 1-3. Specifications

Property	Characteristic/Value
Process Display Range Conductivity Concentration	0.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ to 1999 mS/cm 0.000 to 1999 digits (EU Configurable)
Temperature Display Range	0° to 300°C (32° to 572°F).
Sensor Full Scale Measurement Ranges	Sensor Group A - 0 to 1999 mS/cm Sensor Group B - 0 to 1999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Sensor Group C - 0 to 199.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Resolution, Display Conductivity Concentration Temperature	Sensor Group A: 0.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Sensor Group B: 0.01 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Sensor Group C: 0.001 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 0.001 Digits (Configuration Dependent) 1°C, 1°F.
Accuracy, Display Conductivity Temperature Accuracy, Output	$\pm 0.5\%$ Measurement Range per Decade 1°C ± 0.02 mA at full scale output setting
Nonlinearity, Display Conductivity Temperature Nonlinearity, Output	$\pm 0.5\%$ Measurement Range per Decade 1°C ± 0.02 mA at full scale output setting
Repeatability, Display Conductivity Temperature Repeatability, Output	$\pm 0.5\%$ Measurement Range per Decade 1°C ± 0.02 mA at full scale output setting
Stability, Display Conductivity Temperature Stability, Output	± 2 LSD Typical; 5 LSD Maximum 1°C ± 0.02 mA at full scale output setting
Temperature Compensation	Manual (0.1N KCl based) Automatic - Configurable as: Standard (0.1N KCl based) Coefficient (0 to 9.99%/°C adjustable) 0 to 15% NaOH 0 to 20% NaCl 0 to 18% HCl 0 to 20% H ₂ SO ₄ Pure Water - Neutral Salt Pure Water - Acid Pure Water - Base User-Defined

Property	Characteristic/Value
Input Types Conductivity Concentration Temperature	ABB Four-Electrode Conductivity Sensors ABB Four-Electrode Conductivity Sensors 3 kohm Balco, Ptl00, Standard 4.75 kohm Network
Dynamic Response	3 sec. for 90% step change at 0.0 sec. damping.
Ambient Temperature Effect Conductivity Output	±0.1%/°C FS @ 95% Relative Humidity ±0.2%/°C Displayed Value @ 95% Relative Humidity ±0.01 mA/°C @ 95% Relative Humidity
Output Minimum Span Conductivity Concentration Temperature	Sensor Group A: 100.0 µS/cm Sensor Group B: 10.00 µS/cm Sensor Group C: 1.000 µS/cm 5% Maximum Concentration Range 10 °C (18 °F)
Output Maximum Span (full scale settings) Conductivity Concentration Temperature	Sensor Group A: 1999 mS/cm Sensor Group B: 1999 µS/cm Sensor Group C: 199.9 µS/cm 1999 Digits 300 °C, 572 °F (-20 to 200 °C, -4 to 392 °F)
Damping	Continuously adjustable from 0.0 to 99.9 seconds
Supply Voltage Ranges	93.5 to 276 Vac, 50 to 60 Hz, Single Phase Maximum Consumption 17 VA
Analog Output Ratings	Two completely isolated 0/4 to 20 mAdc outputs 750 ohms Maximum Load Value Output One Fixed to the Process Variable Output Two Software-Selectable to either the Process Variable or Temperature
Relay Output Ratings	Three SPDT contacts with LCD icon indicators Hardware configurable for Normally Open or Normally Closed Operation Software configurable relay functions include High/Low Setpoint with adjustable Deadband and Time Delay, High/Low Cycle Timer with adjustable Duty Cycle and Time Delay, Diagnostic Alarm, and Cleaner Control Maximum AC Capacity Values of 100 VA, 240 Vac, and 3 A Maximum DC Capacity Values of 50 W, 24 Vdc, and 3 A
Power Supply Effect	±0.005% of full scale span per volt
Turn-On Time	2 seconds typical, 4 seconds maximum
Maximum Sensor Cable Length	100 ft (30.5 m) Sensor Group A 50 ft (15.2 m) Sensor Group B 25 ft (7.6 m) Sensor Group C
Sensor Diagnostic	Ground-Loop Detection, Dirty Sensor Detection, and Slope and Offset Check

Property	Characteristic/Value
Diagnostic Notification Analog Mode	Local indication via a FAULT and SPIKE icon. Programmable output pulse on Analog Output One, 0 to 16 mA for 1 seconds on 6 second cycles
Environmental Operating temperature LCD Range Storage temperature	-20° to 60°C (-4° to 140°F) -20° to 60°C (-4° to 140°F) -40° to 70°C (-40° to 158°F)
Mounting Effect	None
Enclosure Classification	NEMA 4X IP65
Size Height Minimum panel depth Maximum panel cutout	144 mm high x 144 mm wide x 171 mm long (5.67 in. high x 5.67 in. wide x 6.75 in. long) 145 mm (5.70 in.) 136.7 mm x 136.7 mm (5.38 in. x 5.38 in.).
Weight	4.2 lb (1.9 kg) without mounting hardware 7.5 lb (3.4 kg) with Pipe Mounting Hardware
EMC Requirements (pending)	CE certified: Electromagnetic Emission - EN50081-2: 1994 EN55011: 1991 (CISPR11: 1990) Class A Electromagnetic Immunity - EN50082-2: 1996 EN61000-4-2: 1995 6 kV Contact 6 kV Indirect EN61000-4-3: 1997 10 V/m (unmodulated, rms) 80 to 1000 MHz EN61000-4-4: 1995 1 kV Signal Lines 5/50 T _r /T _h nS 5 kHz EN61000-4-8: 1994 50 Hz 30A(rms)/m ENV50141: 1994 10 V (unmodulated, rms) 0.15 to 80 MHz 80% AM (1kHz) 150 ohms, source impedance ENV50204: 1996 10 V/m (unmodulated, rms) 900 ±5 MHz 50% duty cycle 200 Hz Low Voltage - EN61010-1:1993 (Category II)
Agency Approvals ¹ FM CSA	Non-incendive. Class I, Division 2, Groups A, B, C, and D. Class II, Division 2, Groups F and G. Class III, Division 2. Class I, Division 2, Groups A, B, C, and D. Class II, Division 2, Groups E, F and G. Class III, Division 2.

SPECIFICATIONS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE

1. Hazardous location approvals for use in flammable atmospheres are for ambient conditions of -25° to 40°C (-13° to 104°F), 86 to 108kPa (12.5 to 15.7 psi) with a maximum oxygen concentration of 21%.

ACCESSORIES

Kits

Part Number	Mounting Kit
4TB9515-0124	Pipe
4TB9515-0125	Hinge
4TB9515-0156	Wall
4TB9515-0123	Panel

Part Number	Description
4TB9515-0163	½" Cord Grip Fitting
4TB9515-0165	½" Cord Grip Fitting
4TB9515-0191	PG9 Cord Grip Fitting
4TB9515-0198	Complete Cord Grip Set (Three PG9 p/n 4TB9515-0191 & Two ½" p/n 4TB9515-0165)

See Section 17, Support Services, for a complete list of available kits.

Sensors

Nomenclature	Sensor Group	Fitting Type
TB454	A	In-line Twist Lock, Submersible
TB461	A	In-line Threaded, Submersible Ball Valve Insertion, Hot Tap
TB465	B	
TB467	C	
TB456	A	In-line Threaded, Submersible
TB451	A	Kynar Sanitary/Sterilizable
TB452	B	
TB457	A	316 Stainless Steel Sanitary/Sterilizable
TB458	B	
TB459	C	
TB464	A, B, & C	25 mm Port, Sanitary
TB471	A	High Pressure Hot Tap
TB475	B	
TB477	C	
TB466	C	High Purity, Flow Cell
TB468	A	Corrosion Resistance, In-line Threaded

SECTION 2 - ANALYZER FUNCTIONALITY AND OPERATOR INTERFACE CONTROLS

INTRODUCTION

The beginning of this section contains an overview of the TB84EC Four-Electrode Conductivity Advantage Series analyzer functionality and important information for configuration personnel. The latter part of this section discusses the operator interface controls. It includes descriptions of the analyzer modes and faceplate controls.

ANALYZER OVERVIEW

The TB84EC Advantage Series analyzer provides two analog output signals that can be configured to the solution conductivity as measured by the analyzer and sensor. In addition to the two analog outputs, any of the three integral relay outputs can be configured as a high or low setpoint controller, cycle-timer controller, diagnostic alarm, or cleaner controller. In this manner, the TB84EC Advantage Series analyzer provides a means by which to monitor and control the conductivity or concentration of a process fluid.

This analyzer is equipped with internal diagnostic capabilities allowing for the detection of any potential problems with the electronics and operation of firmware. Diagnostic capability also includes the detection of sensor integrity such as ground-loop detection, dirty sensor detection, process variables out of range, and incorrect calibration values.

USER INTERFACE

The user interface consists of a tactile keypad having four Smart keys, one hidden key, and a custom LCD. The LCD has a three and one-half digit numeric region that displays the process variable, a six-digit alphanumeric region that displays secondary information and programming prompts, and several status-indicating and programming icons.

Using a novel approach (patent-pending), each of the four keys is located under a given set of icons. In each of the instrument modes and mode states, one icon over any given key will be illuminated and will represent that key's function. These Smart Key assignments will vary as the user enters into different programming modes and states. In addition to the Smart Key assignments, text strings located in the six character alphanumeric field (i.e., secondary display) are used as programming prompts. The end result is an interface that provides a great deal of flexibility and functionality.

MODULAR ELECTRONIC ASSEMBLIES

The TB84EC Advantage Series analyzer consists of three separate PCB assemblies that concentrate specific circuit functionality onto each of the three boards. This modular design allows for the ability to change the instrument from one of four types of instruments: pH/ORP/pION, four-electrode conductivity, two-electrode conductivity, and toroidal conductivity. In addition, analyzer repairs can be quickly accomplished by simply replacing the non-functioning board with one that is operational.

TEMPERATURE COMPENSATION

The process temperature can be monitored using one of three types of RTD inputs: 3 kohm Balco, Pt100 (US385), and ABB's Standard 4.75 kohm network. The secondary display area can also be set to display the temperature in degrees Celsius or Fahrenheit when the TB84EC Advantage Series is in the Measure mode of operation.

Since temperature affects the activity and disassociation of ions and hence the conductivity of the solution, several temperature compensation functions are available. Temperature compensation options for conductivity and concentration include Manual (0.1N KCl based) and ten types of Automatic Compensation routines. See Section 1, Introduction, for compensation types.

ANALOG OUTPUTS

The TB84EC Advantage Series analyzer has two analog outputs. These outputs can be either direct or reverse acting and can be software-configured for a range of zero to 20 milliamps or four to 20 milliamps. Both outputs are separately scalable, isolated from the input, and isolated from one another.

The analog outputs provide process information to recorders, data loggers, and control systems. The information transmitted can represent (i.e., be sourced to) the conductivity, concentration, or temperature of the solution and be ranged across any portion of the particular measurement range. See Table 1-3, Specification, for minimum and maximum range values.

RELAY OUTPUTS

The TB84EC Advantage Series analyzer has three Form C, SPDT relay outputs. The relays can be independently programmed to perform various functions as required by the application.

These functions include:

- Process control (Setpoint or Cycle Timer).
- Diagnostic condition notification.
- Cleaner control.

High or Low Set Point

High or low set point relays are configurable for any value within the measurement range. Each set point relay output allows for separate programmability of relay function (high or low), set point value, deadband value, and delay.

The example shown in Figure 2-1 illustrates a high set point relay output of 10.00 mS/cm with a deadband of 0.10 mS/cm. The relay activates at 10.00 mS/cm and deactivates when the process drops below 9.90 mS/cm. The second half of the figure shows the same situation with a 1.0 minute delay before the high set point relay activates. Set point

functions are programmable as high or low acting. Setpoint, deadband, and delay value are all tunable parameters available in the Setpoint/Tune Mode of Operation.

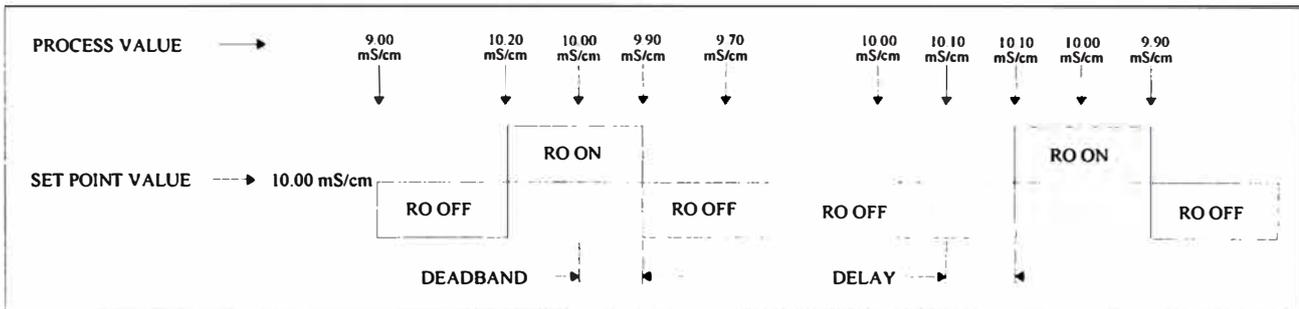


Figure 2-1. High Set Point and Time Delay Example.

High or Low Cycle Timer

High or low cycle timer relays are configurable for any value within the measurement range. A cycle timer relay output allows for separate programmability of relay function (high or low), set point value, cycle time, and on time.

The example shown in Figure 2-2 illustrates a cycle timer that will be active when the process variable exceeds the high set point value of 10.00 mS/cm. Once active, the relay output energizes for the configured on time. As long as the process continues to exceed the set point value, the timer will reset itself at the end of the duty cycle (i.e., cycle time). The set point, cycle time, and on time are all tunable parameters available in the Setpoint/Tune Mode of Operation.

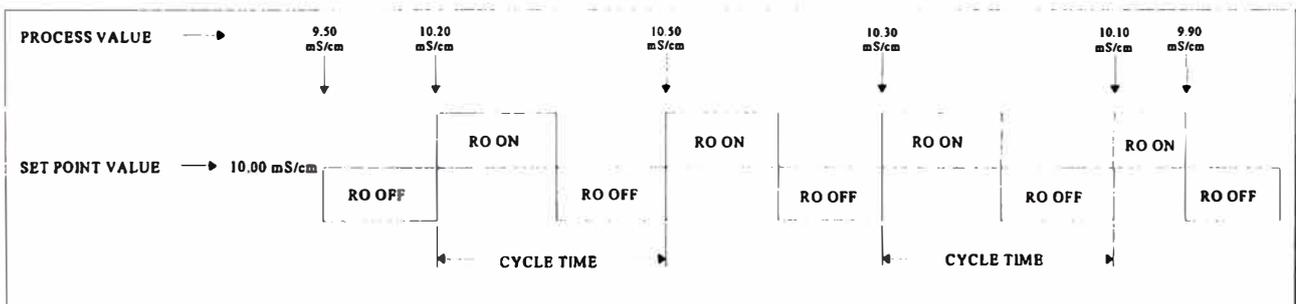


FIGURE 2.2. Cycle Timer High Set Point Example.

Cleaner

Automatic sensor cleaning can be accomplished using one of the three relay outputs. At a prescribed time interval (i.e., cycle time), a cleaner relay output will energize and thus enable a cleaning device. The cleaner relay will remain energized for a configured cleaning period (i.e., on time). Since many cleaning devices use cleaning solutions that can affect the process measurement, the analog and non-cleaner relay outputs can be held during the cleaning period. If needed, non-cleaner relay outputs can be completely disabled (i.e., de-energized) instead of held. Thus, an operator does not need to be concerned with the possibility of a non-cleaner relay being held in an incorrect state for an undesirable length of time.

In addition to a cleaning period, a recovery period can be programmed to extent any configured hold and/or disabling conditions beyond the clean period. This feature allows cleaning fluids to dissipate or sensor conditions to stabilize before returning to the normal mode of operation.

The set point, cycle time, and on time are all tunable parameters available in the Setpoint/Tune Mode of Operation.

DAMPING

Damping can be adjusted from 0 to 99.9 seconds. This feature is useful in noisy process environments to help stabilize the displayed process variable and output current from excess bounce. Damping can be applied to the displayed and/or analog output values.

Damping simulates a capacitive type lag where reaction to any signal change is slowed according to an entered time constant. For example, a step change will reach approximately 63 percent of its final value in five seconds for five seconds of damping.

DIAGNOSTICS

Diagnostics are provided for both the analyzer and sensor. Diagnostic detection of a serious condition that prevents the instrument from properly functioning enables preset Safe Mode states. These Safe Mode states are configured by the user and forces the outputs either high and/or low.

For problems that occur that do not render the instrument in a non-functioning state, the user has the option of linking these conditions to a Diagnostic Spike that is superimposed onto Analog Output One and/or to a one or more relay outputs.

If the Diagnostic Spike is enabled, Analog Output One will modulate for one out of every six seconds. The magnitude of the modulation can be set from 0 to 100% of the analyzer's maximum output (i.e., 0 to 16 or 20 mA).

Diagnostic conditions cause the FAULT and FAULT INFO icons on the display to be energized. Interrogation of each fault condition is available with a single keystroke.

Analyzer

Four critical errors in operation are monitored and linked to the Safe Mode feature. These conditions include inoperable or incorrect input circuit, bad RAM, and damaged EE memory.

Sensor

The analyzer continually performs diagnostic checks on sensor integrity. Inconsistencies in sensor performance are notified by the FAULT and FAULT INFO icons as well as the Spike Output and/or Diagnostic Relay(s) if configured.

Sensor faults include ground-loop detection, dirty sensor detection, high and low PV, high and low temperature, and many more. See Section 13, Diagnostics, for more details.

Spike Output

Remote problem condition notification can be initiated by the TB84EC Advantage Series analyzer using the SPIKE State in the Configure Mode. The Spike Output option allows users to program a 0 to 100% (i.e., 0 to 16 mA for 4 to 20 mA configurations or 0 to 20 mA for 0 to 20 mA configurations) pulse that will be impressed on Analog Output One for one second out of a six second repeating cycle should a problem condition be detected. Should the actual output of the analyzer be below mid-scale, the pulse will add current; if above mid-scale, it will subtract current.

2600T Series Pressure Transmitters

Model 264GS Gauge
Model 264AS Absolute
standard overload
maximum working pressure up to 90MPa, 13050psi

Industrial^{IT}
enabled

- **Base accuracy : $\pm 0.075\%$**
- **Span limits**
 - 0.2 to 60000kPa; 0.8inH₂O to 8700psi
 - 0.3 to 3000kPa abs; 2.25mmHg to 435psia
- **Reliable sensing system coupled with very latest digital technologies**
 - provides large turn down ratio up to 100:1
- **Comprehensive sensor choice**
 - optimize in-use total performance and stability
- **5-year stability**
- **Flexible configuration facilities**
 - provided locally via local keys combined with LCD indicator or via hand held terminal or PC configuration platform
- **Multiple protocol availability**
 - provides integration with HART®, PROFIBUS PA and FOUNDATION Fieldbus platforms offering interchangeability and transmitter upgrade capabilities
- **Full compliance with PED Category III**

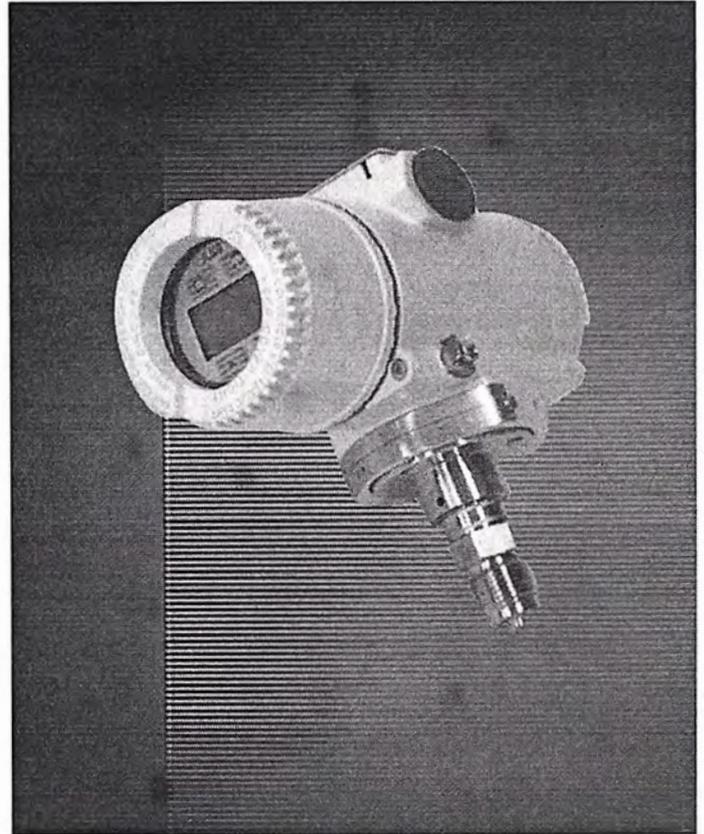


ABB 2600T Series
Engineered solutions
for all applications

ABB

Functional Specifications

Range and span limits

Sensor Code	Upper Range Limit (URL)	Lower Range Limit (LRL) for 264GS	Minimum span	
			264GS gauge	264AS absolute
C	6kPa 60mbar 24inH ₂ O	-6kPa -60mbar -24inH ₂ O	0.2kPa 2mbar 0.8inH ₂ O	0.3kPa 3mbar 2.25mmHg
F	40kPa 400mbar 160inH ₂ O	-40kPa -400mbar -160inH ₂ O	0.4kPa 4mbar 1.6inH ₂ O	2kPa 20mbar 15mmHg
L	250kPa 2500mbar 1000inH ₂ O	0 abs	2.5kPa 25mbar 10inH ₂ O	12.5kPa 125mbar 93.8mmHg
U	3000kPa 30bar 435psi	0 abs	30kPa 0.3bar 4.35psi	150kPa 1.5bar 21.7psi
R	10000kPa 100bar 1450psi	0 abs	100kPa 1bar 14.5psi	
V	60000kPa 600bar 8700psi	0 abs	600kPa 6bar 87psi	

Note : Lower Range Limit (LRL) for 264AS is 0 abs for all ranges

Span limits

Maximum span = URL

IT IS RECOMMENDED TO SELECT THE TRANSMITTER SENSOR CODE PROVIDING THE TURNDOWN VALUE AS LOWEST AS POSSIBLE TO OPTIMIZE PERFORMANCE CHARACTERISTICS.

Zero suppression and elevation

Zero and span can be adjusted to any value within the range limits detailed in the table as long as:

- calibrated span ≥ minimum span

Damping

Selectable time constant : 0, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8 or 16s.
This is in addition to sensor response time

Turn on time

Operation within specification in less than 1s with minimum damping.

Insulation resistance

> 100MΩ at 1000VDC (terminals to earth)

Operative limits

Temperature limits °C (°F) :

Ambient (is the operating temperature)

Silicone oil filling: -40°C and +85°C (-40°F and +185°F)

Inert filling and white oil: -20°C and +85°C (-4°F and +185°F)

Lower limit for LCD indicators and Viton gasket: -20°C (-4°F)

Lower limit for perfluoroelastomer gasket: -15°C (+5°F)

Upper limit for LCD indicators: +70°C (+158°F)

Note : For Hazardous Atmosphere applications see the temperature range specified on the certificate/approval relevant to the aimed type of protection

Process

Lower limit

- -50°C (-58°F); -20°C (-4°F) for Viton gasket.

- -15°C (+5°F) for perfluoroelastomer gasket

Upper limit

- Silicone oil, inert fluid and white oil: 121°C (250°F)

Storage

Lower limit: -50°C (-58°F); -40°C (-40°F) for LCD indicators

Upper limit: +85°C (+185°F)

Pressure limits

Overpressure limits (without damage to the transmitter)

- 0 absolute to
- 1MPa, 10bar, 145psi for sensor codes C, F
- 0.5MPa, 5bar, 72.5psi for sensor code L
- 6MPa, 60bar, 870psi for sensor code U
- 20MPa, 200bar, 2900psi for sensor code R
- 90MPa, 900bar, 13050psi for sensor code V
- 0.6MPa, 6bar, 87psi for perfluoroelastomer gasket

Proof pressure

The transmitter can be exposed without leaking to line pressure of up to

- 1MPa, 10bar, 145psi for sensor codes C, F
- 0.5MPa, 5bar, 72.5psi for sensor code L
- 6MPa, 60bar, 870psi for sensor code U
- 20MPa, 200bar, 2900psi for sensor code R
- 90MPa, 900bar, 13050psi for sensor code V
- 0.6MPa, 6bar, 87psi for perfluoroelastomer gasket

Environmental limits

Electromagnetic compatibility (EMC)

Comply with EN 61000-6-3 for emission and EN 61000-6-2 for immunity requirements and test;

Radiated electromagnetic immunity level: 30V/m
(according to IEC 1000-4-3, EN61000-4-3)

Conducted electromagnetic immunity level : 30V
(according to IEC 1000-4-6, EN 61000-4-6)

Surge immunity level (with surge protector): 4kV
(according to IEC 1000-4-5 EN 61000-4-5)

Fast transient (Burst) immunity level: 4kV
(according to IEC 1000-4-4 EN 61000-4-4)

Pressure equipment directive (PED)

Comply with 97/23/EEC Category III Module H.

Humidity

Relative humidity: up to 100% annual average

Condensing, icing: admissible

Vibration resistance

Accelerations up to 2g at frequency up to 1000Hz
(according to IEC 60068-2-6)

Shock resistance

Acceleration: 50g

Duration: 11ms

(according to IEC 60068-2-27)

Wet and dust-laden atmospheres

The transmitter is dust and sand tight and protected against immersion effects as defined by EN60529 (1989) to IP 67 (IP 68 on request) or by NEMA to 4X or by JIS to C0920. IP65 with Harting Han connector.

Hazardous atmospheres

With or without output meter/integral display

- COMBINED ATEX (Intrinsic safety and flameproof), FM and CSA ZELM approval. See below detailed classifications.
- COMBINED INTRINSIC SAFETY and FLAMEPROOF/EUROPE: ATEX/ZELM approval
 - II 1 GD T50°C, EEx ia IIC T6 (-40°C ≤ Ta ≤ +40°C) T95°C, EEx ia IIC T4 (-40°C ≤ Ta ≤ +85°C)
 - II 1/2 GD T85°C, EEx d IIC T6 (-40°C ≤ Ta ≤ +75°C)
- INTRINSIC SAFETY/EUROPE: ATEX/ZELM approval
 - II 1 GD T50°C, EEx ia IIC T6 (-40°C ≤ Ta ≤ +40°C) T95°C, EEx ia IIC T4 (-40°C ≤ Ta ≤ +85°C)
- TYPE "N"/EUROPE: ATEX/ZELM type examination (for HART)
 - II 3 GD T50°C, EEx nL IIC T6 (-40°C ≤ Ta ≤ +40°C) T95°C, EEx nL IIC T4 (-40°C ≤ Ta ≤ +85°C)
- FLAMEPROOF/EUROPE: ATEX/CESI approval
 - II 1/2 GD T85°C, EEx d IIC T6 (-40°C ≤ Ta ≤ +75°C)
- CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION and FACTORY MUTUAL:
 - Explosionproof: Class I, Div. 1, Groups A, B, C, D
 - Dust ignitionproof: Class II, Div. 1, Groups E, F, G
 - Suitable for: Class II, Div. 2, Groups F, G; Class III, Div. 1, 2
 - Nonincendive: Class I, Div. 2, Groups A, B, C, D
 - Intrinsically safe: Class I, II, III, Div. 1, Groups A, B, C, D, E, F, G AEx ia IIC T6/T4, Zone 0 (FM)
- STANDARDS AUSTRALIA (SAA): TS Approval
 - Intrinsically safe Ex ia IIC T4/T5 (-20°C ≤ Ta ≤ +80°C) only HART
 - No sparking Ex n IIC T4/T6 (-20°C ≤ Ta ≤ +80°C) only HART
 - Flameproof Ex d IIC T4/T6 (-20°C ≤ Ta ≤ +80°C)
 - Dust ignitionproof DIP A21 Ta T6 (-20°C ≤ Ta ≤ +80°C)
- INTRINSIC SAFETY/CHINA NEPSI approval Ex ia IIC T4-T6
- FLAMEPROOF/CHINA NEPSI approval Ex d IIC T6
- GOST (Russia), GOST (Kazakistan), Inmetro (Brazil) based on ATEX

Electrical Characteristics and Options

HART digital communication and 4 to 20mA output

Power Supply

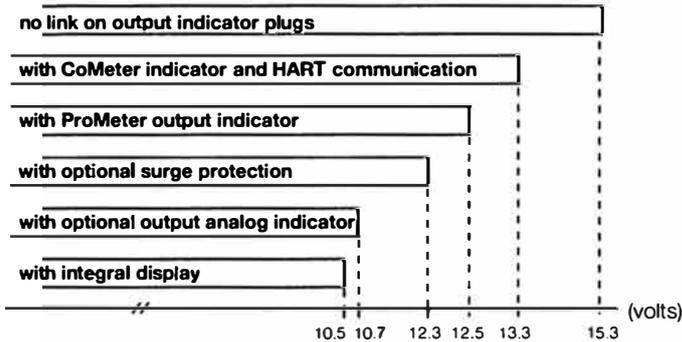
The transmitter operates from 10.5 to 42VDC with no load and is protected against reverse polarity connection (additional load allows operations over 42VDC).

For EEx ia and other intrinsically safe approval power supply must not exceed 30VDC.

Ripple

20mV max on a 250Ω load as per HART specifications

MINIMUM OPERATING VOLTAGES



Load limitations

4 to 20mA and HART total loop resistance :

$$R(k\Omega) = \frac{\text{Supply voltage} - \text{min. operating voltage (VDC)}}{22.5}$$

A minimum of 250Ω is required for HART communication.

Optional indicators

Output meter

CoMeter and Prometer LCD :

5-digit (±99999 counts) programmable with 7.6mm. high (3in), 7-segment numeric characters plus sign and digital point for digital indication of output value in percentage, current or engineer unit;

10-segment bargraph display (10% per segment) for analog indication of output in percentage;

7-digit with 6mm. high (2.3in), 14-segment alphanumeric characters, for engineer units and configuration display

Analog : 36mm (1.4in) scale on 90°.

Integral display

LCD, 15 lines x 56 column dot matrix providing 2 lines indication as

– top: 5-digit (numeric) plus sign or 7-digit alphanumeric

– bottom: 7-digit alphanumeric

and additional 50-segment bargraph for indication of analog output in percentage.

User-definable matrix display mode with HART communication:

– process variable in pressure unit or

– output signal as percentage, current or engineering units

Display also indicates in/out transfer function, static pressure, sensor temperature and diagnostic messages and provides configuration facilities.

Optional surge protection

Up to 4kV

– voltage 1.2 μs rise time / 50 μs delay time to half value

– current 8 μs rise time / 20 μs delay time to half value

Output signal

Two-wire 4 to 20mA, user-selectable for linear or 5th order or two 2nd order switching point selectable programmable polynomial output.

HART® communication provides digital process variable (% , mA or engineering units) superimposed on 4 to 20mA signal, with protocol based on Bell 202 FSK standard.

Output current limits (to NAMUR standard)

Overload condition

- Lower limit: 3.8mA

- Upper limit: 20.5mA

Transmitter failure mode (to NAMUR standard)

The output signal can be user-selected to a value of 3.7 or 22mA on gross transmitter failure condition, detected by self-diagnostics.

In case of CPU failure the output is driven <3.7mA or >22mA.

PROFIBUS PA output**Device type**

Pressure transmitter compliant to Profiles 3.0 Class A & B; ident. number 052B HEX.

Power supply

The transmitter operates from 9 to 32VDC, polarity independent.

For EEx ia approval power supply must not exceed 17.5VDC. Intrinsic safety installation according to FISCO model.

Current consumption

operating (quiescent): 10.5mA

fault current limiting: 20mA max.

Output signal

Physical layer in compliance to IEC 1158-2/EN 61158-2 with transmission to Manchester II modulation, at 31.25kbit/sec.

Output interface

PROFIBUS PA communication according to Profibus DP50170 Part 2/ DIN 19245 part 1-3.

Output update time

25ms

Function blocks

2 analog input, 1 transducer, 1 physical

Integral display

LCD, 15 lines x 56 column dot matrix providing 2 lines indication as

– top: 5-digit (numeric) plus sign or 7-digit alphanumeric

– bottom: 7-digit alphanumeric

and additional 50-segment bargraph for indication of output in percentage of the analog input function block assigned to the primary variable.

User-definable matrix display mode:

– process variable in pressure units or

– primary variable in engineering units (output of transducer block) or

– output as percentage or engineering units of analog input function blocks

Display also indicates diagnostic messages and provides configuration facilities.

Secondary variable, static pressure and sensor temperature can be read.

Transmitter failure mode

On gross transmitter failure condition, detected by self-diagnostics, the output signal can be driven to defined conditions, selectable by the user as safe, last valid or calculated value. If electronic failure or short circuit occur the transmitter consumption is electronically limited at a defined value (20mA approx), for safety of the network.

FOUNDATION Fieldbus output**Device type**

LINK MASTER DEVICE

Link Active Scheduler (LAS) capability implemented.

Power supply

The transmitter operates from 9 to 32VDC, polarity independent.

For EEx ia approval power supply must not exceed 24VDC (entity certification) or 17.5VDC (FISCO certification), according to FF-816.

Current consumption

operating (quiescent): 10.5mA

fault current limiting: 20mA max.

Output signal

Physical layer in compliance to IEC 1158-2/EN 61158-2 with transmission to Manchester II modulation, at 31.25kbit/sec.

Function blocks/execution period

2 enhanced Analog Input blocks/25ms max (each)

1 enhanced PID block/40ms max.

1 standard ARithmetic block/25ms

1 standard Input Selector block/25ms

1 standard Control Selector block/25ms

1 standard Signal Characterization block/25ms

1 standard Integrator/Totalizer block/25ms

Additional blocks

1 enhanced Resource block

1 custom Pressure with calibration transducer block

1 custom Advanced Diagnostics transducer block including Plugged Input Line Detection

1 custom Local Display transducer block

Number of link objects

35

Number of VCRs

35

Output interface

FOUNDATION fieldbus digital communication protocol to standard H1, compliant to specification V. 1.6; FF registration in progress.

Integral display

LCD, 15 lines x 56 column dot matrix providing 2 lines indication as

– top: 5-digit (numeric) plus sign or 7-digit alphanumeric

– bottom: 7-digit alphanumeric

and additional 50-segment bargraph for percentage indication of the analog input function block output, assigned to the primary variable.

User-definable matrix display mode:

– process variable in pressure units or

– primary variable in engineering units (output of transducer block) or

– output as percentage or engineering units of one or more selected function blocks

Display also indicates diagnostic messages. Secondary variable, static pressure and sensor temperature can be read.

Transmitter failure mode

The output signal is "frozen" to the last valid value on gross transmitter failure condition, detected by self-diagnostics which also indicate a BAD conditions. If electronic failure or short circuit occur the transmitter consumption is electronically limited at a defined value (20mA approx), for safety of the network.

Performance specifications

Stated at reference condition to IEC 60770 ambient temperature of 20°C (68°F), relative humidity of 65%, atmospheric pressure of 1013hPa (1013mbar), zero based range for transmitter with isolating diaphragms ceramic or Hastelloy and silicone oil fill and HART digital trim values equal to 4–20mA span end points, in linear mode.

Unless otherwise specified, errors are quoted as % of span.

Some performance data are affected by the actual turndown (TD) as ratio between Upper Range Limit (URL) and calibrated span.

IT IS RECOMMENDED TO SELECT THE TRANSMITTER SENSOR CODE PROVIDING THE TURNDOWN VALUE AS LOWEST AS POSSIBLE TO OPTIMIZE PERFORMANCE CHARACTERISTICS.

Dynamic performance (according to IEC 61298–1 definition)

- Dead time: 40ms
- Time constant (63.2% of total step change):
 - 150 ms for all sensors
- Response time (total) = dead time + time constant.

Accuracy rating

% of calibrated span, including combined effects of terminal based linearity, hysteresis and repeatability.

For fieldbus versions SPAN refer to analog input function block outscale range

Model 264GS

- ±0.075% for TD from 1:1 to 15:1 (10:1 for sensor C)
- $\pm 0.005\% \times \frac{\text{URL}}{\text{Span}}$ for TD from 15:1 to 60:1
- $\pm 0.0075\% \times \frac{\text{URL}}{\text{Span}}$ for TD from 10:1 to 30:1 for sensor C

Model 264AS

- ±0.075% for TD from 1:1 to 10:1
- $\pm 0.0075\% \times \frac{\text{URL}}{\text{Span}}$ for TD from 10:1 to 20:1

Operating influences

Ambient temperature

per 20K (36°F) change between the limits of –20°C to +65°C (–4 to +150°F) :

Model	Sensor Code	for TD up to	
264GS	F to V	15:1	± (0.04% URL + 0.065% span)
	C	10:1	± (0.06% URL + 0.10% span)
264AS	F to U	10:1	± (0.04% URL + 0.065% span)
	C	10:1	± (0.065% URL + 0.10% span)

Optional CoMeter and ProMeter ambient temperature

Total reading error per 20K (36°F) change between the ambient limits of –20 and +70°C (–4 and +158°F) :

±0.15% of max span (16mA).

Supply voltage

Within voltage/load specified limits the total effect is less than 0.005% of URL per volt.

Load

Within load/voltage specified limits the total effect is negligible.

Electromagnetic field

Total effect : less than 0.10% of span from 20 to 1000MHz and for field strengths up to 30V/m when tested with shielded conduit and grounding, with or without meter.

Common mode interference

No effect from 100Vrms @ 50Hz, or 50VDC

Mounting position

No effect

Stability

±0.15% of URL over a five years period

Vibration effect

±0.10% of URL (according to IEC 61298–3)

Physical Specification

(Refer to ordering information sheets for variant availability related to specific model or versions code)

Materials

Process isolating diaphragms (*)

Ceramic (Al₂O₃) gold-plated; Hastelloy C276™;
Hastelloy C276™ gold-plated.

Process connection (*)

AISI 316 L ss; Hastelloy C276™.

Gasket (only for sensor codes C, F) (*)

Viton™, Perfluoroelastomer, Perbunan (NBR).

Sensor fill fluid

Silicone oil; inert fill (Carbon fluoride); white oil (FDA).

Mounting bracket (**)

Zinc plated carbon steel with chrome passivation;
AISI 316 L ss.

Sensor housing

AISI 316 L ss.

Electronic housing and covers

Barrel version
– Copper-free content aluminium alloy with baked epoxy finish;
– Low-copper content aluminium alloy with baked epoxy finish;
– AISI 316 L ss.

Covers O-ring

Buna N.

Local zero and span adjustments:

Glass filled polycarbonate plastic (removable).

Tagging

AISI 316ss data plate attached to the electronics housing.

Calibration

Standard: at maximum span, zero based range, ambient temperature and pressure;

Optional: at specified range and ambient conditions; or at operating temperature.

Optional extras

Mounting brackets

For 60mm. (2in) pipes or wall mounting.

Output indicator

plug-in rotatable type, LCD or analog.

Supplemental customer tag

AISI 316 ss tag screwed/fastened to the transmitter for customer's tag data up to a maximum of 20 characters and spaces on one line for tag number and tag name, and up to a maximum of 3 spaced strings of 10 characters each for calibration details (lower and upper values plus unit). Special typing evaluated on request for charges.

Surge protection (only as external unit for PROFIBUS PA and FF)

Cleaning procedure for oxygen service (not for sensor V)

Test Certificates (test, design, calibration, material traceability)

Tag and manual language

Communication connectors

Process connections

1/2 – 14 NPT female or male; DIN EN837-1 G 1/2 B.

Electrical connections

Two 1/2 – 14 NPT or M20x1.5 or PG 13.5 or 1/2 GK threaded conduit entries, direct on housing.

Special communication connector (on request)

– HART : straight or angle Harting Han connector and one plug.

– FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS PA: M12x1 or 7/8.

Terminal block

HART version: three terminals for signal/external meter wiring up to 2.5mm² (14AWG) and three connection points for test and communication purposes.

Fieldbus versions: two terminals for signal wiring (bus connection) up to 2.5mm² (14AWG)

Grounding

Internal and external 6mm² (10AWG) ground termination points are provided.

Mounting position

Transmitter can be mounted in any position.
Electronics housing may be rotated to any position. A positive stop prevents over travel.

Mass (without options)

1.2kg approx (3lb); add 1.5kg (3.4lb) for AISI housing.
Add 650g (1.5lb) for packing.

Packing

Carton 26 x 26 x 18cm approx (10 x 10 x 7in).

™ Hastelloy is a Cabot Corporation trademark

(*) Wetted parts of the transmitter.

(**) U-bolt material: AISI 400 ss; screws material: high-strength alloy steel or AISI 316 ss.

Configuration

Transmitter with HART communication and 4 to 20 mA

Standard configuration

Transmitters are factory calibrated to customer's specified range. Calibrated range and tag number are stamped on the tag plate. If a calibration range and tag data are not specified, the transmitter will be supplied with the plate left blank and configured as follows:

Engineering Unit	kPa
4 mA	Zero
20 mA	Upper Range Limit (URL)
Output	Linear
Damping	1 sec.
Transmitter failure mode	Upscale
Software tag (8 characters max)	Blank
Optional LCD indicator/display	0 to 100.0% linear

Any or all the above configurable parameters, including Lower range-value and Upper range-value which must be the same unit of measure, can be easily changed using the HART hand-held communicator or by a PC running the configuration software SMART VISION with DTM for 2600T. The transmitter database is customized with specified flange type and material, O-ring and drain/vent materials and meter code option.

Custom configuration (option)

The following data may be specified in addition to the standard configuration parameters:

Descriptor	16 alphanumeric characters
Message	32 alphanumeric characters
Date	Day, month, year

Transmitter with PROFIBUS PA communication

Transmitters are factory calibrated to customer's specified range. Calibrated range and tag number are stamped on the tag plate. If a calibration range and tag data are not specified, the transmitter will be supplied with the plate left blank and configured as follows:

Measure Profile	Pressure
Engineering Unit	kPa
Output scale 0%	Lower Range Limit (LRL)
Output scale 100%	Upper Range Limit (URL)
Output	Linear
Hi-Hi Limit	Upper Range Limit (URL)
Hi Limit	Upper Range Limit (URL)
Low Limit	Lower Range Limit (LRL)
Low-Low Limit	Lower Range Limit (LRL)
Limits hysteresis	0.5% of output scale
PV filter	0 sec.
Address (settable by local key)	126
Tag	32 alphanumeric characters

Any or all the above configurable parameters, including Lower range-value and Upper range-value which must be the same unit of measure, can be easily changed by a PC running the configuration software SMART VISION with DTM for 2600T.

The transmitter database is customized with specified flange type and material, O-ring and drain/vent materials and meter code option.

Custom configuration (option)

The following data may be specified in addition to the standard configuration parameters:

Descriptor	32 alphanumeric characters
Message	32 alphanumeric characters
Date	Day, month, year

Transmitter with FOUNDATION Fieldbus communication

Transmitters are factory calibrated to customer's specified range. Calibrated range and tag number are stamped on the tag plate. If a calibration range and tag data are not specified, the transmitter will be supplied with the plate left blank and the analog input function block FB1 is configured as follows:

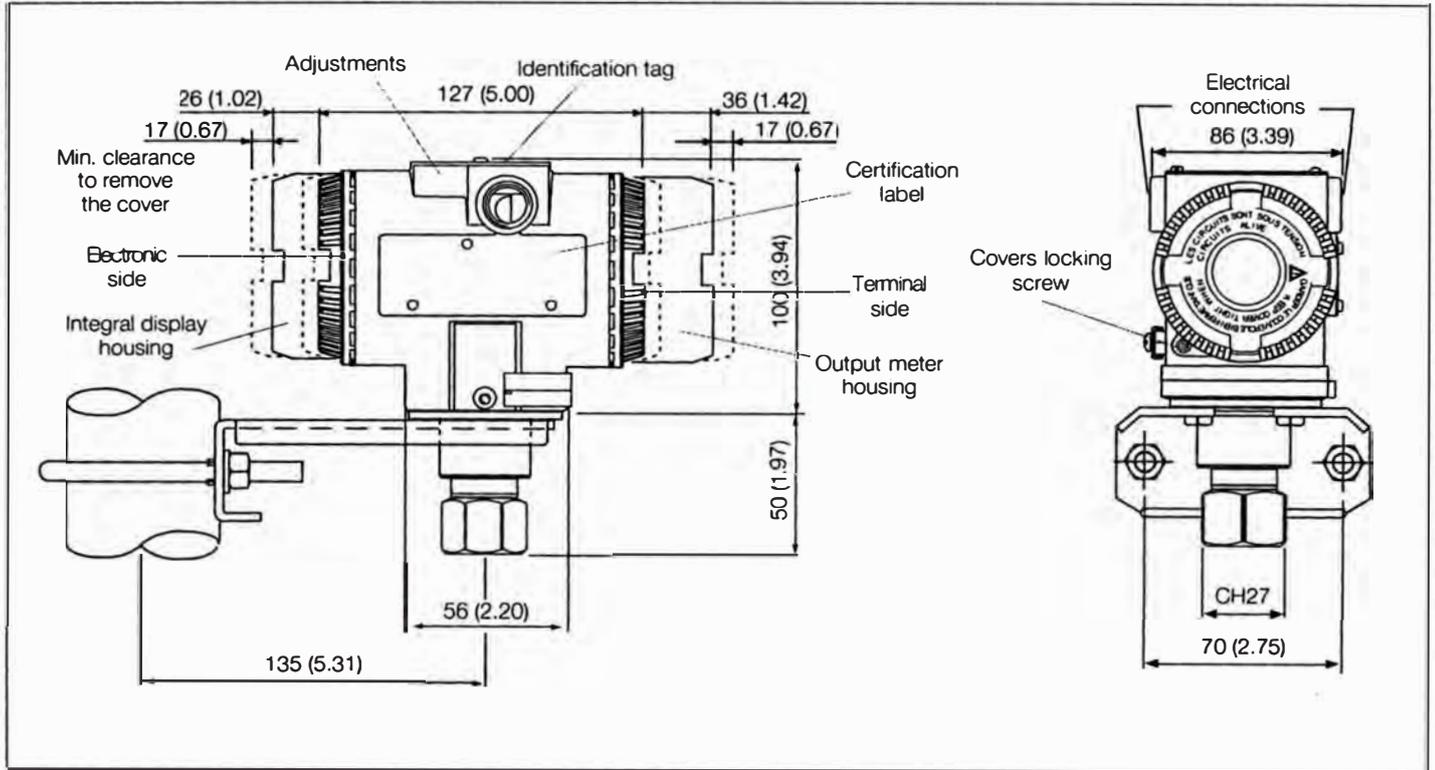
Measure Profile	Pressure
Engineering Unit	kPa
Output scale 0%	Lower Range Limit (LRL)
Output scale 100%	Upper Range Limit (URL)
Output	Linear
Hi-Hi Limit	Upper Range Limit (URL)
Hi Limit :	Upper Range Limit (URL)
Low Limit	Lower Range Limit (LRL)
Low-Low Limit	Lower Range Limit (LRL)
Limits hysteresis	0.5% of output scale
PV filter time	0 sec.
Tag	32 alphanumeric characters

The analog input function block FB2 is configured for the sensor temperature measured in °C. Any or all the above configurable parameters, including the range values, can be changed using any host compliant to FOUNDATION fieldbus. The transmitter database is customized with specified flange type and material, O-ring and drain/vent materials and meter code option.

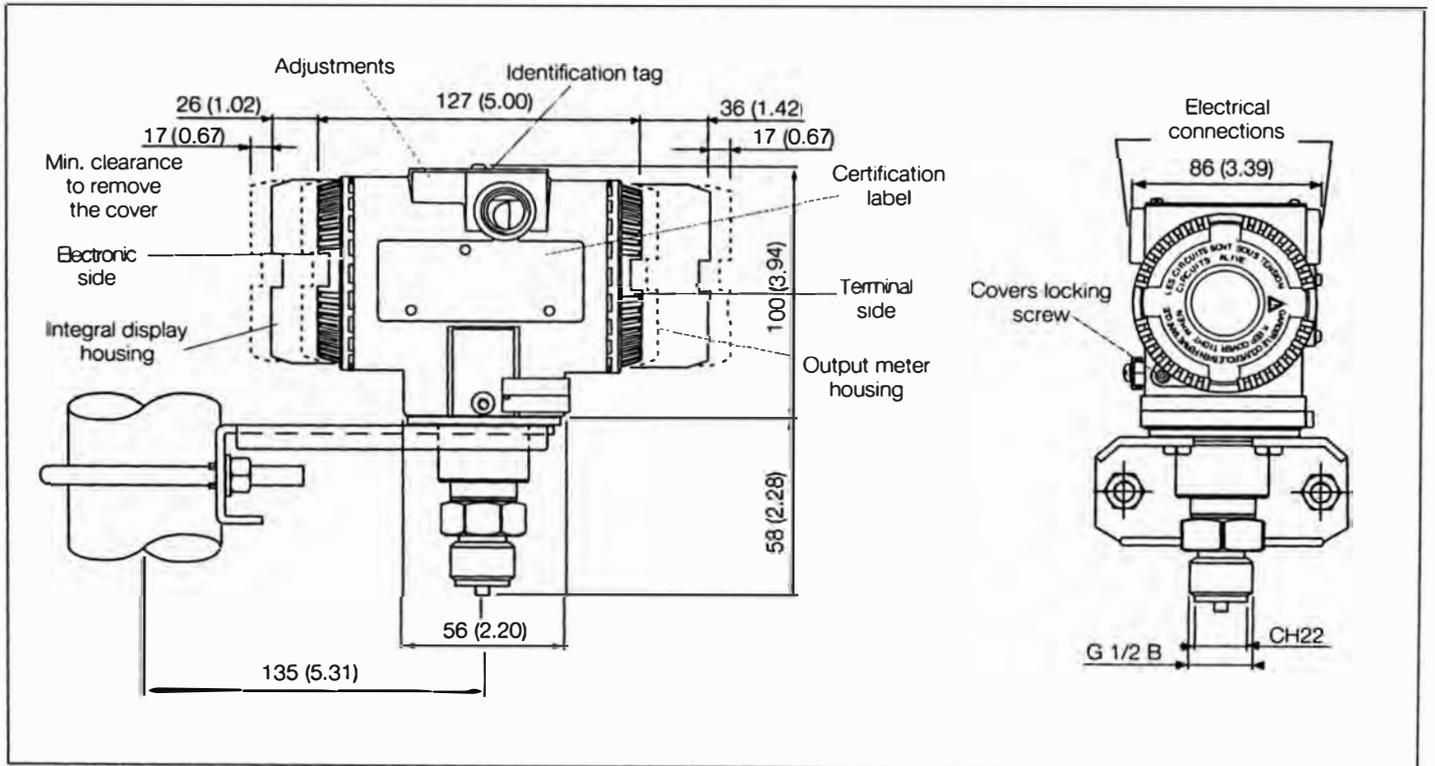
For any protocol available engineering units of pressure measure are :

Pa, kPa, MPa
 inH₂O@4°C, mmH₂O@4°C, psi
 inH₂O@20°C, ftH₂O@20°C, mmH₂O@20°C
 inHg, mmHg, Torr
 g/cm², kg/cm², atm
 mbar, bar

MOUNTING DIMENSIONS (not for construction unless certified) - dimensions in mm (in)
Transmitter with barrel housing on bracket for 60mm (2in) pipe mounting



1/2 - 14 NPT female connection

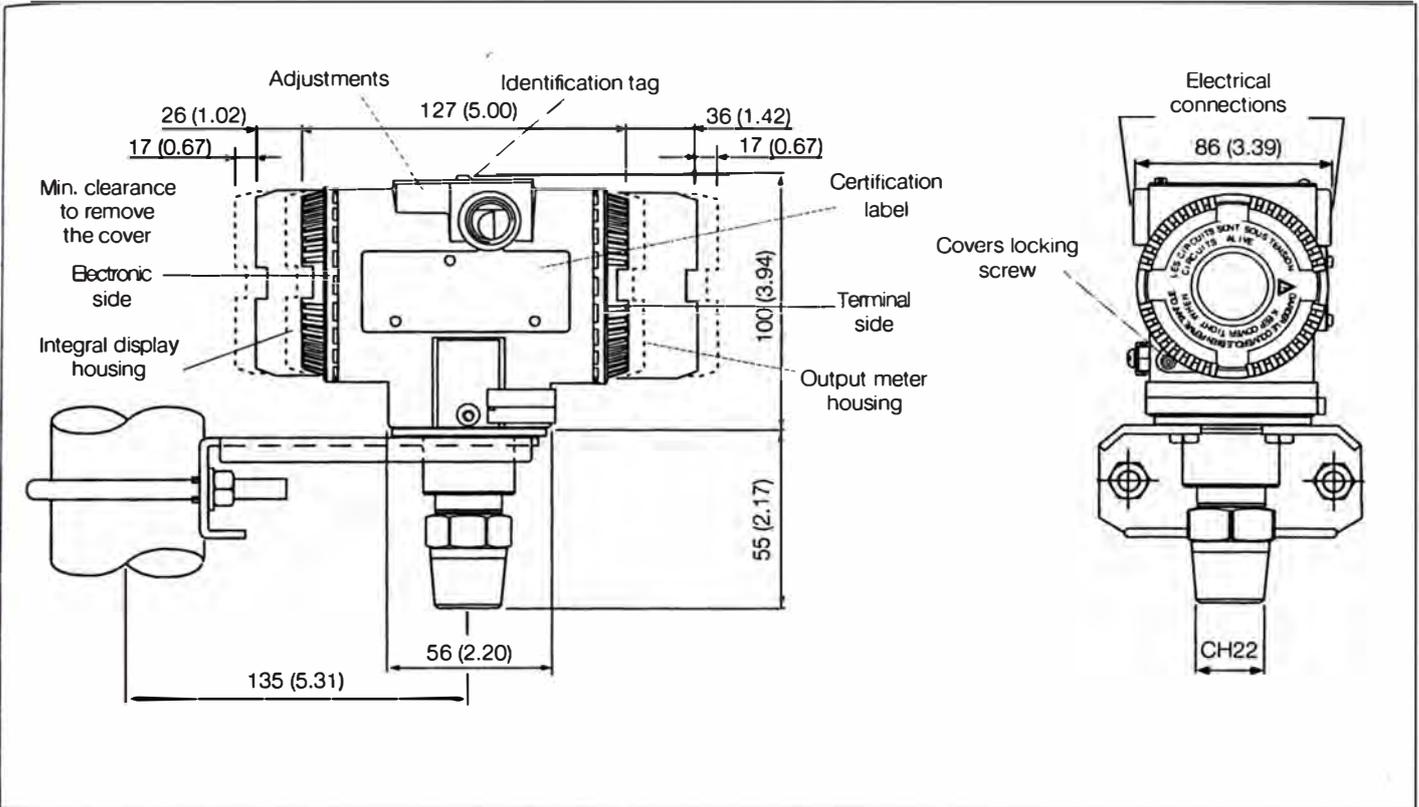


DIN-EN837-1 G 1/2 B connection

2600T Pressure Transmitters

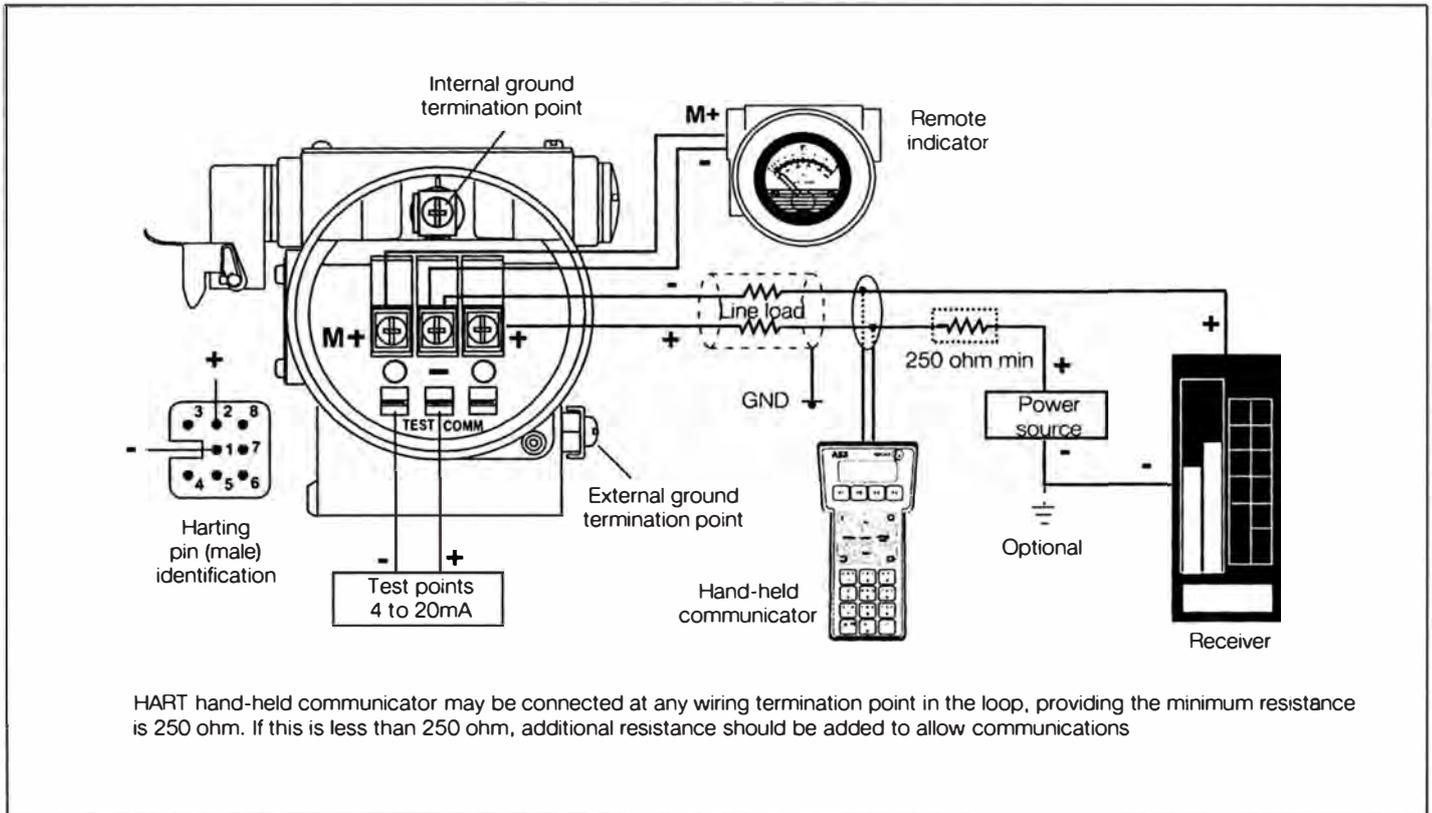
Model 264GS, 264AS

SS/264GS/AS_5

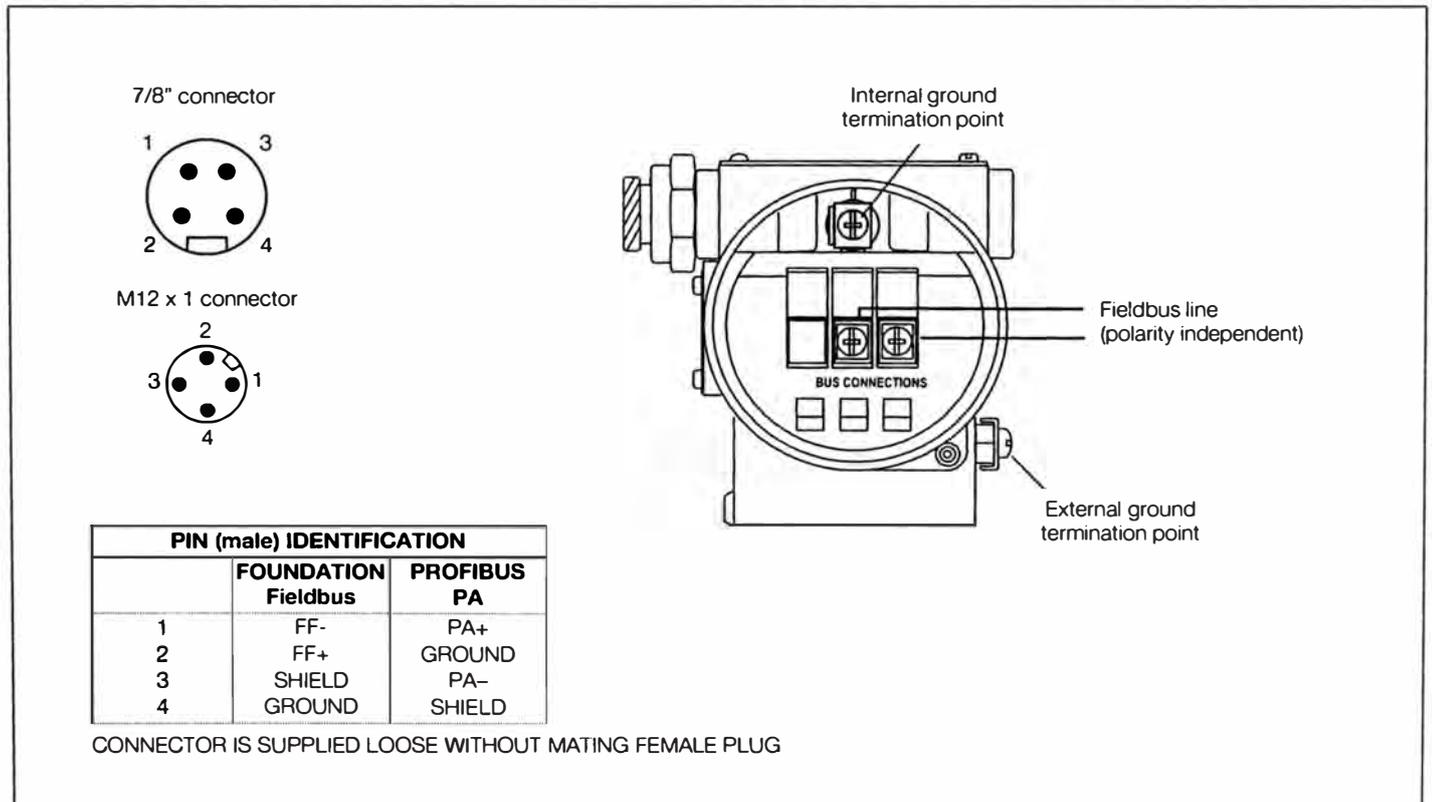


1/2 - 14 NPT male connection

Electrical connections
HART Version



FIELDBUS Versions



BASIC ORDERING INFORMATION model 264GS Gauge Pressure Transmitter

Select one character or set of characters from each category and specify complete catalog number.

Refer to additional ordering information code and specify one or more codes for each transmitter if additional options are required.

BASE MODEL - 1 st to 5 th characters				2	6	4	G	S	X	X	X	X	X	X
Gauge Pressure Transmitter – BASE ACCURACY 0.075%														
SENSOR - Span limits - 6th character														
0.2 and 6kPa	2 and 60mbar	0.8 and 24inH ₂ O							C					
0.4 and 40kPa	4 and 400mbar	1.6 and 160inH ₂ O							F					
2.5 and 250kPa	25 and 2500mbar	10 and 1000inH ₂ O							L					
30 and 3000kPa	0.3 and 30bar	4.35 and 435psi							U					
100 and 10000kPa	1 and 100bar	14.5 and 1450psi							R					
600 and 60000 kPa	6 and 600bar	87 and 8700psi							V					
Diaphragm material / Fill fluid (wetted parts) - 7th character														
Hastelloy C276™	Silicone oil	(Note 2)							NACE	K				
Hastelloy C276™ gold-plated	Silicone oil	(Note 2)							NACE	G				
Hastelloy C276™	Inert fluid	(Notes 1, 2)							NACE	F				
Hastelloy C276™ gold-plated	Inert fluid	(Notes 1, 2)							NACE	E				
Hastelloy C276™	White oil (FDA)	(Note 2)							NACE	Z				
Hastelloy C276™ gold-plated	White oil (FDA)	(Note 2)							NACE	1				
Ceramic	No filling	(Note 3)							NACE	J				
Process connection material (wetted parts) - 8th character														
AISI 316 L ss	1/2 - 14 NPT female								NACE	B				
AISI 316 L ss	1/2 - 14 NPT male								NACE	T				
AISI 316 L ss	DIN EN837-1 G 1/2 B								NACE	P				
Hastelloy C276™	1/2 - 14 NPT female								NACE	E				
Hastelloy C276™	1/2 - 14 NPT male								NACE	K				
Hastelloy C276™	DIN EN837-1 G 1/2 B								NACE	D				
Gasket - 9th character														
Viton™		(Notes 1, 3)							NACE				5	
Perfluoroelastomer (MWP=0.6MPa)		(Note 3)							NACE				6	
Perbunan		(Note 3)							NACE				8	
None		(Note 2)							NACE				N	
Housing material and electrical connection - 10th character														
Aluminium alloy (Barrel version)	1/2 - 14 NPT													A
Aluminium alloy (Barrel version)	M20 x 1.5 (CM 20)													B
Aluminium alloy (Barrel version)	Pg 13.5													D
Aluminium alloy (Barrel version)	1/2 GK													C
Aluminium alloy (Barrel version)	Harting Han connector	(general purpose only)							(Note 4)					E
Aluminium alloy (Barrel version)	Fieldbus connector	(general purpose only)							(Note 4)					G
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)	1/2 - 14 NPT													H
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)	M20 x 1.5 (CM 20)													L
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)	Pg 13.5													N
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)	1/2 GK													M
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)	Harting Han connector	(general purpose only)							(Note 4)					P
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)	Fieldbus connector	(general purpose only)							(Note 4)					R
AISI 316 L ss (Barrel version)	1/2 - 14 NPT													S
AISI 316 L ss (Barrel version)	M20 x 1.5 (CM20)													T
AISI 316 L ss (Barrel version)	Pg 13.5													V
AISI 316 L ss (Barrel version)	1/2 GK													U
AISI 316 L ss (Barrel version)	Fieldbus connector	(general purpose only)							(Note 4)					Z
Output/Additional options - 11th character														
HART digital communication and 4 to 20mA	No additional options	(Note 5, 6)												H
HART digital communication and 4 to 20mA	Options requested (to be ordered by "Additional ordering code")	(Note 5)												1
PROFIBUS PA	No additional options	(Note 5, 6)												P
PROFIBUS PA	Options requested (to be ordered by "Additional ordering code")	(Note 6)												2
FOUNDATION Fieldbus	No additional options	(Note 5, 6)												F
FOUNDATION Fieldbus	Options requested (to be ordered by "Additional ordering code")	(Note 6)												3

2600T Pressure Transmitters

Model 264GS, 264AS

SS/264GS/AS_5

- Note 1: Suitable for oxygen service
- Note 2: Not available with Sensor code C, F
- Note 3: Not available with Sensor code L, U, R, V
- Note 4: Select type in additional ordering code
- Note 5: Not available with Electronic Housing code Z, R, G
- Note 6: Not available with Electronic Housing code P, E
- Note 7: Not available with PROFIBUS PA and FF output code 2 or 3
- Note 8: Not Ex d for sensor code C, F
- Note 9: Not available with Electronic housing code U, S, T, V, H, M, L, N, D, C, A, B

™ Hastelloy is a Cabot Corporation trademark

™ Viton is a Dupont de Nemour trademark

Standard delivery items (can be differently specified by additional ordering code)

- General purpose (no electrical certification)
- No meter/display, no mounting bracket, no surge protection
- English manual and labels
- Configuration with kPa and deg. C units
- No test, inspection or material traceability certificates

THE SELECTION OF SUITABLE WETTED PARTS AND FILLING FLUID FOR COMPATIBILITY WITH THE PROCESS MEDIA IS A CUSTOMER'S RESPONSIBILITY, IF NOT OTHERWISE NOTIFIED BEFORE MANUFACTURING.

BASIC ORDERING INFORMATION model 264AS Absolute Pressure Transmitter

Select one character or set of characters from each category and specify complete catalog number.
Refer to additional ordering information code and specify one or more codes for each transmitter if additional options are required.

BASE MODEL - 1 st to 5 th characters			2	6	4	A	S	X	X	X	X	X
Absolute Pressure Transmitter - BASE ACCURACY 0.075%												
SENSOR - Span limits - 6th character												
0.3 and 6kPa	3 and 60mbar	2.25 and 45mmHg						C				
2 and 40kPa	20 and 400mbar	15 and 300mmHg						F				
12.5 and 250kPa	125 and 2500mbar	93.8 and 1875mmHg						L				
150 and 3000kPa	1.5 and 30bar	21.7 and 435psi						U				
Diaphragm material / Fill fluid (wetted parts) - 7th character												
Hastelloy C276™		Silicone oil (Note 2)						NACE		K		
Hastelloy C276™ gold-plated		Silicone oil (Note 2)						NACE		G		
Hastelloy C276™		Inert fluid (Notes 1, 2)						NACE		F		
Hastelloy C276™ gold-plated		Inert fluid (Notes 1, 2)						NACE		E		
Hastelloy C276™		White oil (FDA) (Note 2)						NACE		Z		
Hastelloy C276™ gold-plated		White oil (FDA) (Note 2)						NACE		1		
Ceramic		No filling (Note 3)						NACE		J		
Process connection material (wetted parts) - 8th character												
AISI 316 L ss		1/2 - 14 NPT female						NACE		B		
AISI 316 L ss		1/2 - 14 NPT male						NACE		T		
AISI 316 L ss		DIN EN837-1 G 1/2 B						NACE		P		
Hastelloy C276™		1/2 - 14 NPT female						NACE		E		
Hastelloy C276™		1/2 - 14 NPT male						NACE		K		
Hastelloy C276™		DIN EN837-1 G 1/2 B						NACE		D		
Gasket - 9th character												
Viton™		(Notes 1, 3)						NACE			5	
Perfluoroelastomer (MWP=0.6MPa)		(Note 3)						NACE			6	
Perbunan		(Note 3)						NACE			8	
None		(Note 2)						NACE			N	
Housing material and electrical connection - 10th character												
Aluminium alloy (Barrel version)		1/2 - 14 NPT										A
Aluminium alloy (Barrel version)		M20 x 1.5 (CM 20)										B
Aluminium alloy (Barrel version)		Pg 13.5										D
Aluminium alloy (Barrel version)		1/2 GK										C
Aluminium alloy (Barrel version)		Harting Han connector (general purpose only)						(Note 4)				E
Aluminium alloy (Barrel version)		Fieldbus connector (general purpose only)						(Note 4)				G
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)		1/2 - 14 NPT										H
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)		M20 x 1.5 (CM 20)										L
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)		Pg 13.5										N
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)		1/2 GK										M
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)		Harting Han connector (general purpose only)						(Note 4)				P
Aluminium alloy copper-free (Barrel version)		Fieldbus connector (general purpose only)						(Note 4)				R
AISI 316 L ss (Barrel version)		1/2 - 14 NPT										S
AISI 316 L ss (Barrel version)		M20 x 1.5 (CM20)										T
AISI 316 L ss (Barrel version)		Pg 13.5										V
AISI 316 L ss (Barrel version)		1/2 GK										U
AISI 316 L ss (Barrel version)		Fieldbus connector (general purpose only)						(Note 4)				Z
Output/Additional options - 11th character												
HART digital communication and 4 to 20mA		No additional options						(Notes 5, 6)				H
HART digital communication and 4 to 20mA		Options requested (to be ordered by "Additional ordering code")						(Note 5)				1
PROFIBUS PA		No additional options						(Notes 5, 6)				P
PROFIBUS PA		Options requested (to be ordered by "Additional ordering code")						(Note 6)				2
FOUNDATION Fieldbus		No additional options						(Notes 5, 6)				F
FOUNDATION Fieldbus		Options requested (to be ordered by "Additional ordering code")						(Note 6)				3

ADDITIONAL ORDERING INFORMATION for model 264AS

Add one or more 2-digit code(s) after the basic ordering information to select all required options

	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Electrical certification														
ATEX Group II Category 1 GD – Intrinsic Safety EEx ia	E1													
ATEX Group II Category 1/2 GD – Flameproof EEx d (Note 2)	E2													
ATEX Group II Category 3 GD – Type of protection "N" EEx nL design compliance (Note 7)	E3													
Canadian Standard Association (CSA) (only 1/2–14NPT, M20 and Pg 13.5 electrical connection) - (Note 8)	E4													
Standards Australia SAA (Not Ex d; Not Ex ia and Ex n for PROFIBUS PA and FOUNDATION Fieldbus)	E5													
Factory Mutual (FM) approval (only with 1/2–14NPT, M20 and Pg 13.5 electrical connection) - (Note 8)	E6													
Combined ATEX - Intrinsic Safety and Flameproof (Note 2)	E7													
Combined ATEX, FM and CSA (only with 1/2–14NPT, M20 and Pg 13.5 electrical connection) (Notes 7,8)	EN													
NEPSI (China) - Intrinsic Safety Ex ia (Not available for FF Output code 3)	EY													
NEPSI (China) - Flameproof Ex d (Note 2)	EZ													
GOST (Russia) EEx ia	W1													
GOST (Russia) EEx d (Note 2)	W2													
GOST (Kazakistan) EEx ia	W3													
GOST (Kazakistan) EEx d (Note 2)	W4													
Inmetro (Brazil) EEx ia (Note 7)	W5													
Inmetro (Brazil) EEx d (Notes 2, 7)	W6													
Inmetro (Brazil) EEx nL (Note 7)	W7													
Output meter														
ProMeter, Standard calibration (Note 7)	D1													
ProMeter, Special calibration (Note 7)	D2													
Analog output indicator linear 0–100% scale (Note 7)	D3													
Analog output indicator, special graduation (to be specified for linear scale) (Note 7)	D5													
Programmable signal meter and HART configurator (CoMeter) (Note 7)	D7													
Programmable signal meter and HART configurator (CoMeter - customer configuration) (Note 7)	D8													
Integral LCD														
Digital LCD integral display											L1			
Mounting bracket (shape and material)														
For pipe mounting (Not suitable for AISI housing) Carbon steel														B1
For pipe mounting AISI 316 L ss														B2
Surge														
Surge/Transient Protector (Internal for HART / 4-20mA)														
Surge/Transient Protector (External supplied loose for PROFIBUS PA and FOUNDATION Fieldbus only suitable with 1/2–14NPT and M20 electrical connection and with ATEX, FM and CSA certifications, no DUST)														S1
Operating manual														
German														M1
Italian														M2
French														M4
Labels & tag language														
German														T1
Italian														T2
French														T4
Additional tag plate														
Laser printing of tag on stainless steel plate														I2
Configuration														
Standard – Pressure = inH ₂ O/psi at 20° C; Temperature = deg. F														N2
Standard – Pressure = inH ₂ O/psi at 4° C; Temperature = deg. F														N3
Standard – Pressure = inH ₂ O/psi at 20° C; Temperature = deg. C														N4
Standard – Pressure = inH ₂ O/psi at 4° C; Temperature = deg. C														N5
Custom														N6
Preparation procedure														
Oxygen service cleaning (only available with inert fill and Viton gasket) – P _{max} = 21MPa/210bar/3045psi; T _{max} = 60° C/140° F														P1
Certificates														
Inspection certificate EN 10204–3.1 of calibration (9-point)														C1
Certificate of compliance with the order EN 10204–2.1 of instrument design														C6
Material traceability														
Certificate of compliance with the order EN 10204–2.1 of process wetted parts														H1
Inspection certificate EN 10204–3.1 of process wetted parts														H3
Connector														
Fieldbus 7/8 (Recommended for FOUNDATION Fieldbus) - (supplied loose without mating female plug)														(Notes 6, 9) U1
Fieldbus M12x1 (Recommended for PROFIBUS PA) - (supplied loose without mating female plug)														(Notes 6, 9) U2
Harting Han – straight entry														(Notes 5, 9) U3
Harting Han – angle entry														(Notes 5, 9) U4

- Note 1: Suitable for oxygen service
- Note 2: Not available with Sensor code C, F
- Note 3: Not available with Sensor code L, U
- Note 4: Select type in additional ordering code
- Note 5: Not available with Electronic Housing code Z, R, G
- Note 6: Not available with Electronic Housing code P, E
- Note 7: Not available with PROFIBUS PA and FF output code 2 or 3
- Note 8: Not Ex d for sensor code C, F
- Note 9: Not available with Electronic housing code U, S, T, V, H, M, L, N, D, C, A, B

™ Hastelloy is a Cabot Corporation trademark

™ Viton is a Dupont de Nemour trademark

Standard delivery items (can be differently specified by additional ordering code)

- General purpose (no electrical certification)
- No meter/display, no mounting bracket, no surge protection
- English manual and labels
- Configuration with kPa and deg. C units
- No test, inspection or material traceability certificates

THE SELECTION OF SUITABLE WETTED PARTS AND FILLING FLUID FOR COMPATIBILITY WITH THE PROCESS MEDIA IS A CUSTOMER'S RESPONSIBILITY, IF NOT OTHERWISE NOTIFIED BEFORE MANUFACTURING.

600T Pressure Transmitters
Model 264GS, 264AS

ABB has Sales & Customer Support
expertise in over 100 countries worldwide

www.abb.com/instrumentation

The Company's policy is one of continuous product
improvement and the right is reserved to modify the
information contained herein without notice.

Printed in Italy (12.06)

© ABB 2006



ABB Ltd
Howard Road, St. Neots
Cambridgeshire, PE19 8EU
UK
Tel: +44(0)1480 475321
Fax: +44(0)1480 217948

ABB Inc.
125 E. County Line Road
Warminster, PA 18974
USA
Tel: +1 215 674 6000
Fax: +1 215 674 7183

ABB SACE spa
Business Unit Instrumentation
Via Statale 113
22016 Lenno (CO) Italy
Tel: +39 0344 58111
Fax: +39 0344 56278

2600T Series Pressure Transmitters

Model 264DS Differential

Model 264PS Gauge

Model 264VS Absolute

maximum working pressure up to 21MPa, 3045psi

Industrial^{IT}
enabled

- **Base accuracy : $\pm 0.075\%$**
- **Span limits**
 - 0.05 to 16000kPa; 0.2inH₂O to 2320psi
 - 0.27 to 16000kPa abs; 2mmHg to 2320psia
- **Reliable sensing system coupled with very latest digital technologies**
 - provides large turn down ratio up to 100:1
- **Comprehensive sensor choice**
 - optimize in-use total performance and stability
- **5-year stability**
- **Flexible configuration facilities**
 - provided locally via local keys combined with LCD indicator or via hand held terminal or PC configuration platform
- **Multiple protocol availability**
 - provides integration with HART®, PROFIBUS PA and FOUNDATION Fieldbus platforms offering interchangeability and transmitter upgrade capabilities
- **Full compliance with PED Category IV**
 - suitable for safety accessory application

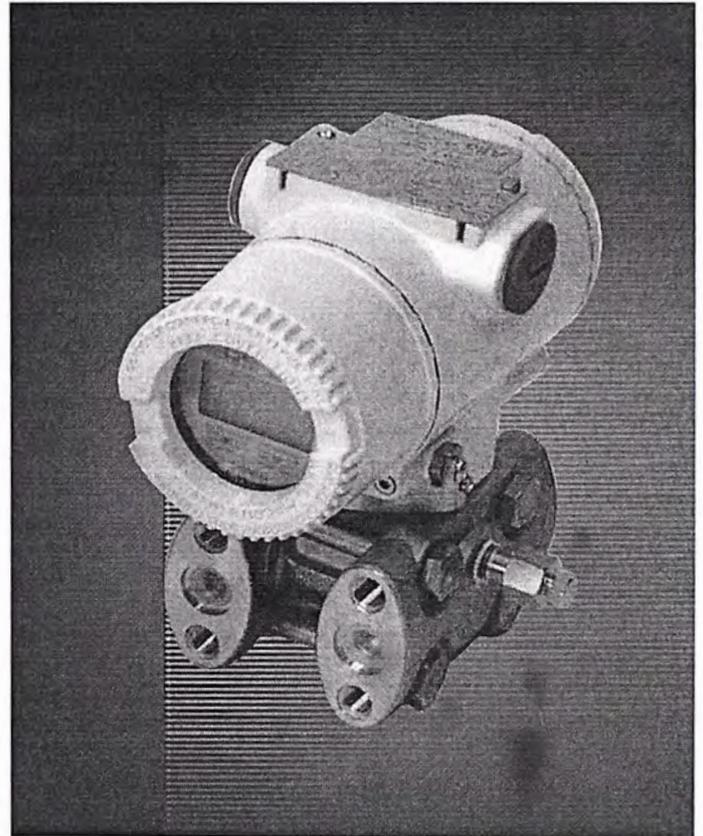


ABB 2600T Series
Engineered solutions
for all applications

ABB

Functional Specifications

Range and span limits

Sensor Code	Upper Range Limit (URL)	Lower Range Limit (LRL)			Minimum span	
		264DS differential	264PS gauge	264VS absolute	264DS differential 264PS gauge	264VS absolute
A	1kPa 10mbar 4inH ₂ O	-1kPa -10mbar -4inH ₂ O	-1kPa -10mbar -4inH ₂ O		0.05kPa 0.5mbar 0.2inH ₂ O	
B	4kPa 40mbar 16inH ₂ O	-4kPa -40mbar -16inH ₂ O	-4kPa -40mbar -16inH ₂ O		0.14kPa 1.4mbar 0.56inH ₂ O	
E	16kPa 160mbar 64inH ₂ O	-16kPa -160mbar -64inH ₂ O	-16kPa -160mbar -64inH ₂ O	0.07kPa abs (\$) 0.7mbar abs (\$) 0.5mmHg (\$)	0.27kPa 2.7mbar 1.08inH ₂ O	0.27kPa 2.7mbar 2mmHg
F	40kPa 400mbar 160inH ₂ O	-40kPa -400mbar -160inH ₂ O	-40kPa -400mbar -160inH ₂ O	0.07kPa abs (\$) 0.7mbar abs (\$) 0.5mmHg (\$)	0.4kPa 4mbar 1.6inH ₂ O	0.67kPa 6.7mbar 5mmHg
G	65kPa 650mbar 260inH ₂ O	-65kPa -650mbar -260inH ₂ O	-65kPa -650mbar -260inH ₂ O	0.07kPa abs (\$) 0.7mbar abs (\$) 0.5mmHg (\$)	0.65kPa 6.5mbar 2.6inH ₂ O	1.1kPa 11mbar 8mmHg
H	160kPa 1600mbar 642inH ₂ O	-160kPa -1600mbar -642inH ₂ O	1kPa abs 10mbar abs 0.15 psia	0.07kPa abs (\$) 0.7mbar abs (\$) 0.5mmHg (\$)	1.6kPa 16mbar 6.4inH ₂ O	2.67kPa 26.7mbar 20mmHg
M	600kPa 6bar 87psi	-600kPa -6bar -87psi	1kPa abs 10mbar abs 0.15 psia	0.07kPa abs (\$) 0.7mbar abs (\$) 0.5mmHg (\$)	6kPa 0.06bar 0.87psi	10kPa 0.1bar 1.45psi
P	2400kPa 24bar 348psi	-2400kPa -24bar -348psi	1kPa abs 10mbar abs 0.15 psia	0.07kPa abs (\$) 0.7mbar abs (\$) 0.5mmHg (\$)	24kPa 0.24bar 3.5psi	40kPa 0.4bar 5.8psi
Q	8000kPa 80bar 1160psi	-8000kPa -80bar -1160psi	1kPa abs 10mbar abs 0.15 psia	0.07kPa abs (\$) 0.7mbar abs (\$) 0.5mmHg (\$)	80kPa 0.8bar 11.6psi	134kPa 1.34bar 19.4psi
S	16000kPa 160bar 2320psi	-16000kPa -160bar -2320psi	1kPa abs 10mbar abs 0.15 psia	0.07kPa abs (\$) 0.7mbar abs (\$) 0.5mmHg (\$)	160kPa 1.6bar 23.2psi	267kPa 2.67bar 38.7psi

(S) Lower Range Limit is 0.135kPa abs, 1.35mbar abs, 1mmHg for inert Galden or 0.4kPa abs, 4mbar abs, 3mmHg for inert Halocarbon.

Span limits

Maximum span = URL
(can be further adjusted up to ± URL (TD = 0.5) for differential models, within the range limits)

IT IS RECOMMENDED TO SELECT THE TRANSMITTER SENSOR CODE PROVIDING THE TURNDOWN VALUE AS LOWEST AS POSSIBLE TO OPTIMIZE PERFORMANCE CHARACTERISTICS.

Zero suppression and elevation

Zero and span can be adjusted to any value within the range limits detailed in the table as long as:

- calibrated span ≥ minimum span

Damping

Selectable time constant : 0, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8 or 16s.
This is in addition to sensor response time

Turn on time

Operation within specification in less than 1s with minimum damping.

Insulation resistance

> 100MΩ at 1000VDC (terminals to earth)

Operative limits

Temperature limits °C (°F) :

Ambient (is the operating temperature)

Filling	Models 264DS - 264PS		Model 264VS	
	Sensors F to S	Sensors A to E	Sensors F to S	Sensor code E
Silicone oil	-40 and +85 (-40 and +185)	-25 and +85 (-13 and +185)	-40 and +85 (-40 and +185)	-15 and +70 (+5 and +158)
Inert Galden	-20 and +85 (-4 and +185)	-10 and +85 (+14 and +185)	-10 and +65 (+14 and +150)	not applicable
Inert Halocarbon	-20 and +85 (-4 and +185)	-10 and +85 (+14 and +185)	-10 and +65 (+14 and +150)	not applicable

Inert fillings not available for sensors A and B.

Lower ambient limit for LCD indicators: -20°C (-4°F)

Upper ambient limit for LCD indicators: +70°C (+158°F)

Note : For Hazardous Atmosphere applications see the temperature range specified on the certificate/approval relevant to the aimed type of protection

Process

Lower limit

- refer to lower ambient limits: -20°C (-4°F) for Viton gasket

Upper limit

- Silicone oil: 121°C (250°F) (1)

- Inert fluid: 100°C (212°F) (2)

(1) 100°C (212°F) for application below atmospheric pressure

(2) 65°C (150°F) for application below atmospheric pressure

Storage

Lower limit: -50°C (-58°F); -40°C (-40°F) for LCD indicators

Upper limit: +85°C (+185°F)

Pressure limits

Overpressure limits (without damage to the transmitter)

0.07kPa abs, 0.7mbar abs, 0.01psia (0.135kPa abs, 1.35mbar abs, 1mmHg for inert Galden or 0.4kPa abs, 4mbar abs, 3mmHg for inert Halocarbon) to

- 2MPa, 20bar, 290psi for sensor code A

- 7MPa, 70bar, 1015psi for sensor code B

- 16MPa, 160bar, 2320psi for sensor code E

- 21MPa, 210bar, 3045psi for sensor codes F to S

- 1MPa, 10bar, 145psi for Kynar-PVDF

- 16MPa, 160bar, 2320psi for AISI 316 ss NACE bolting

Static pressure

Transmitters for differential pressure model 264DS operates within specifications between the following limits

- sensor code A:

1.3kPa abs, 13mbar abs, 0.2psia and 2MPa, 20bar, 290psi

- sensor code B:

1.3kPa abs, 13mbar abs, 0.2psia and 7MPa, 70bar, 1015psi

- sensor code E:

1.3kPa abs, 13mbar abs, 0.2psia and 16MPa, 160bar, 2320psi

- sensor codes F to S:

1.3kPa abs, 13mbar abs, 0.2psia and 21MPa, 210bar, 3045psi

Proof pressure

The transmitter can be exposed without leaking to line pressure of up to 48MPa, 480bar, 6960psi. Meet ANSI/ISA-S 82.03 hydrostatic test requirements and SAMA PMC 27.1.

Environmental limits

Electromagnetic compatibility (EMC)

Comply with EN 61000-6-3 for emission and EN 61000-6-2 for immunity requirements and test;

Radiated electromagnetic immunity level: 30V/m
(according to IEC 1000-4-3, EN61000-4-3)

Conducted electromagnetic immunity level : 30V
(according to IEC 1000-4-6, EN 61000-4-6)

Surge immunity level (with surge protector): 4kV
(according to IEC 1000-4-5 EN 61000-4-5)

Fast transient (Burst) immunity level: 4kV
(according to IEC 1000-4-4 EN 61000-4-4)

Pressure equipment directive (PED)

Comply with 97/23/EEC Category IV Modules D and B.

Humidity

Relative humidity: up to 100% annual average

Condensing, icing: admissible

Vibration resistance

Accelerations up to 2g at frequency up to 1000Hz
(according to IEC 60068-2-6)

Shock resistance

Acceleration: 50g

Duration: 11ms

(according to IEC 60068-2-27)

Wet and dust-laden atmospheres

The transmitter is dust and sand tight and protected against immersion effects as defined by EN 60529 (1989) to IP 67 (IP 68 on request) or by NEMA to 4X or by JIS to C0920. IP65 with Harting Han connector.

Hazardous atmospheres

With or without output meter/integral display

- COMBINED ATEX (Intrinsic safety and flameproof) FM and CSA ZELM approval. See below detailed classifications.
- COMBINED INTRINSIC SAFETY and FLAMEPROOF/EUROPE: ATEX/ZELM approval
 - II 1 GD T50°C, EEx ia IIC T6 (-40°C ≤ Ta ≤ +40°C)
 - T95°C, EEx ia IIC T4 (-40°C ≤ Ta ≤ +85°C)
 - II 1/2 GD T85°C, EEx d IIC T6 (-40°C ≤ Ta ≤ +75°C)
- INTRINSIC SAFETY/EUROPE: ATEX/ZELM approval
 - II 1 GD T50°C, EEx ia IIC T6 (-40°C ≤ Ta ≤ +40°C)
 - T95°C, EEx ia IIC T4 (-40°C ≤ Ta ≤ +85°C)
- TYPE "N"/EUROPE: ATEX/ZELM type examination (for HART)
 - II 3 GD T50°C, EEx nL IIC T6 (-40°C ≤ Ta ≤ +40°C)
 - T95°C, EEx nL IIC T4 (-40°C ≤ Ta ≤ +85°C)
- FLAMEPROOF/EUROPE: ATEX/CESI approval
 - II 1/2 GD T85°C, EEx d IIC T6 (-40°C ≤ Ta ≤ +75°C)
- CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION and FACTORY MUTUAL:
 - Explosionproof: Class I, Div. 1, Groups A, B, C, D
 - Dust ignitionproof : Class II, Div. 1, Groups E, F, G
 - Suitable for : Class II, Div. 2, Groups F, G; Class III, Div. 1, 2
 - Nonincendive: Class I, Div. 2, Groups A, B, C, D
 - Intrinsically safe: Class I, II, III, Div. 1. Groups A, B, C, D, E, F, G
 - AEx ia IIC T6/T4, Zone 0 (FM)
- STANDARDS AUSTRALIA (SAA): TS Approval
 - Intrinsically safe Ex ia IIC T4/T5 (-20°C ≤ Ta ≤ +80°C) only HART
 - No sparking Ex n IIC T4/T6 (-20°C ≤ Ta ≤ +80°C) only HART
 - Flameproof Ex d IIC T4/T6 (-20°C ≤ Ta ≤ +80°C)
 - Dust ignitionproof DIP A21 Ta T6 (-20°C ≤ Ta ≤ +80°C)
- INTRINSIC SAFETY/CHINA
 - NEPSI approval Ex ia IIC T4-T6
- FLAMEPROOF/CHINA
 - NEPSI approval Ex d IIC T6
- GOST (Russia), GOST (Kazakistan), Inmetro (Brazil) based on ATEX

Electrical Characteristics and Options

HART digital communication and 4 to 20mA output

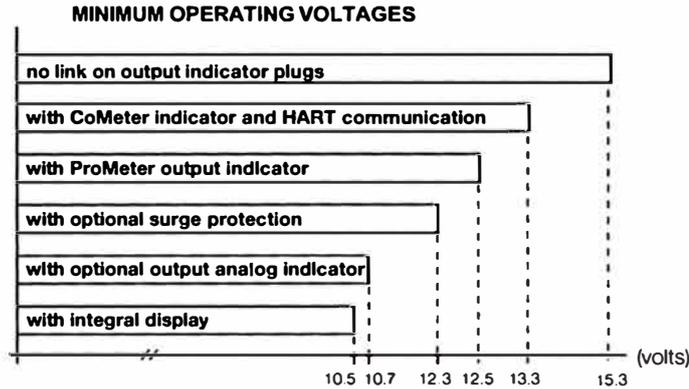
Power Supply

The transmitter operates from 10.5 to 42VDC with no load and is protected against reverse polarity connection (additional load allows operations over 42VDC).

For EEx ia and other intrinsically safe approval power supply must not exceed 30VDC.

Ripple

20mV max on a 250Ω load as per HART specifications



Load limitations

4 to 20mA and HART total loop resistance :

$$R(k\Omega) = \frac{\text{Supply voltage} - \text{min. operating voltage (VDC)}}{22.5}$$

A minimum of 250Ω is required for HART communication.

Optional indicators

Output meter

CoMeter and Prometer LCD :

5-digit (±99999 counts) programmable with 7.6mm. high (3in), 7-segment numeric characters plus sign and digital point for digital indication of output value in percentage, current or engineer unit;

10-segment bargraph display (10% per segment) for analog indication of output in percentage;

7-digit with 6mm. high (2.3in), 14-segment alphanumeric characters, for engineer units and configuration display

Analog : 36mm (1.4in) scale on 90°.

Integral display

LCD, 15 lines x 56 column dot matrix providing 2 lines indication as

– top: 5-digit (numeric) plus sign or 7-digit alphanumeric

– bottom: 7-digit alphanumeric

and additional 50-segment bargraph for indication of analog output in percentage.

User-definable matrix display mode with HART communication:

– process variable in pressure unit or

– output signal as percentage, current or engineering units

Display also indicates in/out transfer function, static pressure, sensor temperature and diagnostic messages and provides configuration facilities.

Optional surge protection

Up to 4kV

– voltage 1.2 μs rise time / 50 μs delay time to half value

– current 8 μs rise time / 20 μs delay time to half value

Output signal

Two-wire 4 to 20mA, user-selectable for linear or square root output, power of $3/2$ or $5/2$, 5th order or two 2nd order switching point selectable programmable polynomial output.

HART® communication provides digital process variable (% , mA or engineering units) superimposed on 4 to 20mA signal, with protocol based on Bell 202 FSK standard.

Output current limits (to NAMUR standard)

Overload condition

- Lower limit: 3.8mA

- Upper limit: 20.5mA

Transmitter failure mode (to NAMUR standard)

The output signal can be user-selected to a value of 3.7 or 22mA on gross transmitter failure condition, detected by self-diagnostics.

In case of CPU failure the output is driven <3.7mA or >22mA.

2600T Pressure Transmitters

Model 264DS, 264PS, 264VS

SS/264XS_6

PROFIBUS PA output

Device type

Pressure transmitter compliant to Profiles 3.0 Class A & B; ident. number 052B HEX.

Power supply

The transmitter operates from 9 to 32VDC, polarity independent.

For EEx ia approval power supply must not exceed 17.5VDC. Intrinsic safety installation according to FISCO model.

Current consumption

operating (quiescent): 10.5mA

fault current limiting: 20mA max.

Output signal

Physical layer in compliance to IEC 1158-2/EN 61158-2 with transmission to Manchester II modulation, at 31.25kbit/sec.

Output interface

PROFIBUS PA communication according to Profibus DP50170 Part 2/ DIN 19245 part 1-3.

Output update time

25ms

Function blocks

2 analog input, 1 transducer, 1 physical

Integral display

LCD, 15 lines x 56 column dot matrix providing 2 lines indication as

- top: 5-digit (numeric) plus sign or 7-digit alphanumeric

- bottom: 7-digit alphanumeric

and additional 50-segment bargraph for indication of output in percentage of the analog input function block assigned to the primary variable.

User-definable matrix display mode:

- process variable in pressure units or

- primary variable in engineering units (output of transducer block) or

- output as percentage or engineering units of analog input function blocks

Display also indicates diagnostic messages and provides configuration facilities.

Secondary variable, static pressure and sensor temperature can be read.

Transmitter failure mode

On gross transmitter failure condition, detected by self-diagnostics, the output signal can be driven to defined conditions, selectable by the user as safe, last valid or calculated value. If electronic failure or short circuit occur the transmitter consumption is electronically limited at a defined value (20mA approx), for safety of the network.

FOUNDATION Fieldbus output

Device type

LINK MASTER DEVICE

Link Active Scheduler (LAS) capability implemented.

Power supply

The transmitter operates from 9 to 32VDC, polarity independent.

For EEx ia approval power supply must not exceed 24VDC (entity certification) or 17.5VDC (FISCO certification), according to FF-816.

Current consumption

operating (quiescent): 10.5mA

fault current limiting: 20mA max.

Output signal

Physical layer in compliance to IEC 1158-2/EN 61158-2 with transmission to Manchester II modulation, at 31.25kbit/sec.

Function blocks/execution period

2 enhanced Analog Input blocks/25ms max (each)

1 enhanced PID block/40ms max.

1 standard Arithmetic block/25ms

1 standard Input Selector block/25ms

1 standard Control Selector block/25ms

1 standard Signal Characterization block/25ms

1 standard Integrator/Totalizer block/25ms

Additional blocks

1 enhanced Resource block

1 custom Pressure with calibration transducer block

1 custom Advanced Diagnostics transducer block including Plugged Input Line Detection

1 custom Local Display transducer block

Number of link objects

35

Number of VCRs

35

Output interface

FOUNDATION fieldbus digital communication protocol to standard H1, compliant to specification V. 1.6; FF registration in progress.

Integral display

LCD, 15 lines x 56 column dot matrix providing 2 lines indication as

- top: 5-digit (numeric) plus sign or 7-digit alphanumeric

- bottom: 7-digit alphanumeric

and additional 50-segment bargraph for percentage indication of the analog input function block output, assigned to the primary variable.

User-definable matrix display mode:

- process variable in pressure units or

- primary variable in engineering units (output of transducer block) or

- output as percentage or engineering units of one or more selected function blocks

Display also indicates diagnostic messages. Secondary variable, static pressure and sensor temperature can be read.

Transmitter failure mode

The output signal is "frozen" to the last valid value on gross transmitter failure condition, detected by self-diagnostics which also indicate a BAD conditions. If electronic failure or short circuit occur the transmitter consumption is electronically limited at a defined value (20mA approx), for safety of the network.

Performance specifications

Stated at reference condition to IEC 60770 ambient temperature of 20°C (68°F), relative humidity of 65%, atmospheric pressure of 1013hPa (1013mbar), mounting position with vertical diaphragm and zero based range for transmitter with isolating diaphragms in AISI316L ss or Hastelloy and silicone oil fill and HART digital trim values equal to 4–20mA span end points, in linear mode.

Unless otherwise specified, errors are quoted as % of span.

Some performance data are affected by the actual turndown (TD) as ratio between Upper Range Limit (URL) and calibrated span.

IT IS RECOMMENDED TO SELECT THE TRANSMITTER SENSOR CODE PROVIDING THE TURNDOWN VALUE AS LOWEST AS POSSIBLE TO OPTIMIZE PERFORMANCE CHARACTERISTICS.

Dynamic performance (according to IEC 61298–1 definition)

Dead time:	40ms
Time constant (63.2% of total step change):	
– sensors M to S:	≤ 70ms
– sensor H:	100ms
– sensor G:	130ms
– sensor F:	180ms
Response time (total) = dead time + time constant	

Accuracy rating

% of calibrated span, including combined effects of terminal based linearity, hysteresis and repeatability.

For fieldbus versions SPAN refer to analog input function block outscale range

Model 264DS, 264PS

- ±0.075% for TD from 1:1 to 15:1
(±0.10% for sensor code B for TD from 1:1 to 10:1;
±0.10% for sensor code A for TD from 1:1 to 4:1)
- $\pm 0.005\% \times \frac{\text{URL}}{\text{Span}}$ for TD from 15:1 to 60:1
(30:1 for sensor code E)
- $(\pm 0.01\% \times \frac{\text{URL}}{\text{Span}})$ for sensor code B for TD from 10:1 to 20:1;
- $\pm 0.025\% \times \frac{\text{URL}}{\text{Span}}$ for sensor code A for TD from 4:1 to 20:1)

Models 264VS

- ±0.075% for TD from 1:1 to 10:1
- $\pm 0.0075\% \times \frac{\text{URL}}{\text{Span}}$ for TD from 10:1 to 20:1

Operating influences

Ambient temperature

per 20K (36°F) change between the limits of –20°C to +65°C (–4 to +150°F) :

Model	Sensor Code	for TD up to	
264DS 264PS	E to S	15:1	± (0.04% URL + 0.065% span)
	B	10:1	± (0.06% URL + 0.10% span)
	A	4:1	± (0.10% URL + 0.10% span)
264VS	E to S	10:1	± (0.08% URL + 0.13% span)

Optional CoMeter and ProMeter ambient temperature

Total reading error per 20K (36°F) change between the ambient limits of –20 and +70°C (–4 and +158°F) :

±0.15% of max span (16mA).

Static pressure (zero errors can be calibrated out at line pressure)

per 0.5MPa, 5bar or 72.5psi (sensor code A)

per 2MPa, 20bar or 290psi (sensor code B)

per 7MPa, 70bar or 1015psi (sensor codes E to S)

Model 264DS

- zero error: ±0.08% of URL
- span error: ±0.08% of reading
- Multiply by 2 the errors for sensor code E.

Supply voltage

Within voltage/load specified limits the total effect is less than 0.005% of URL per volt.

Load

Within load/voltage specified limits the total effect is negligible.

Electromagnetic field

Total effect : less than 0.10% of span from 20 to 1000MHz and for field strengths up to 30V/m when tested with shielded conduit and grounding, with or without meter.

Common mode interference

No effect from 100Vrms @ 50Hz, or 50VDC

Mounting position

Rotations in plane of diaphragm have negligible effect. A tilt to 90° from vertical causes a zero shifts up to 0.5kPa, 5mbar or 2inH₂O, which can be corrected with the zero adjustment. No span effect.

Stability

±0.15% of URL over a five years period (±0.25% for sensor code A)

Vibration effect

±0.10% of URL (according to IEC 61298–3)

Physical Specification

(Refer to ordering information sheets for variant availability related to specific model or versions code)

Materials

Process isolating diaphragms (*)

AISI 316 L ss; AISI 316 L ss gold plated; Monel 400™; Tantalum;
Hastelloy C276™; Hastelloy C276™ on AISI 316L ss gasket seat.

Process flanges, adapters, plugs and drain/vent valves (*)

AISI 316 L ss; Hastelloy C276™; Monel 400™.
Kynar™ (PVDF insert in AISI 316 ss flange)

Blind flange (reference side of 264PS, 264VS)

AISI 316 L ss.

Sensor fill fluid

Silicone oil (DC200™); inert fill (Halocarbon™ 4.2 or Galden™).

Mounting bracket (**)

Zinc plated carbon steel with chrome passivation;
AISI 316 L ss.

Gaskets (*)

Viton™; PTFE.

Sensor housing

AISI 316 L ss.

Bolts and nuts

AISI 316 ss bolts Class A4–80 and nuts Class A4–70 per UNI 7323 (ISO 3506);

AISI 316 ss bolts and nuts Class A4–50 per UNI 7323 (ISO 3506), in compliance with NACE MR0175 Class II.

Plated alloy steel bolts per ASTM-A-193-77a grade B7M and nuts per ASTM A194/A 194 M-90 grade 2HM, in compliance with NACE MR0175 Class II.

Electronic housing and covers

Barrel version
– Copper-free content aluminium alloy with baked epoxy finish;
– Low-copper content aluminium alloy with baked epoxy finish;
– AISI 316 L ss.
DIN version
– Low-copper content aluminium alloy with baked epoxy finish.

Covers O-ring

Buna N.

Local zero and span adjustments:

Glass filled polycarbonate plastic (removable).

Tagging

AISI 316ss data plate attached to the electronics housing.

Calibration

Standard: at maximum span, zero based range, ambient temperature and pressure;

Optional: at specified range and ambient conditions.

Optional extras

Mounting brackets

For vertical and horizontal 60mm. (2in) pipes or wall mounting.

Output indicator

plug-in rotatable type, LCD or analog.

Supplemental customer tag

AISI 316 ss tag screwed/fastened to the transmitter for customer's tag data up to a maximum of 20 characters and spaces on one line for tag number and tag name, and up to a maximum of 3 spaced strings of 10 characters each for calibration details (lower and upper values plus unit). Special typing evaluated on request for charges.

Surge protection (only as external unit for PROFIBUS PA and FF)

Cleaning procedure for oxygen service

Hydrogen or special service preparation

Test Certificates (test, design, calibration, material traceability)

Tag and manual language

Communication connectors

Process connections

on flanges : 1/4 – 18 NPT on process axis

on adapters : 1/2 – 14 NPT on process axis

centre distance (264DS): 54mm (2.13in) on flange;
51,54 or 57mm (2.01, 2.13 or 2.24in) as per adapters fittings

fixing threads: 7/16 – 20 UNF at 41.3mm centre distance

Electrical connections

Two 1/2 – 14 NPT or M20x1.5 or PG 13.5 or 1/2 GK threaded conduit entries, direct on housing.

Special communication connector (on request)

– HART : straight or angle Harting Han connector and one plug.

– FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS PA: M12x1 or 7/8.

Terminal block

HART version: three terminals for signal/external meter wiring up to 2.5mm² (14AWG) and three connection points for test and communication purposes.

Fieldbus versions: two terminals for signal wiring (bus connection) up to 2.5mm² (14AWG)

Grounding

Internal and external 6mm² (10AWG) ground termination points are provided.

Mounting position

Transmitter can be mounted in any position.

Electronics housing may be rotated to any position. A positive stop prevents over travel.

Mass (without options)

3.5kg approx (8lb); add 1.5kg (3.4lb) for AISI housing.
Add 650g (1.5lb) for packing.

Packing

Carton 26 x 26 x 18cm approx (10 x 10 x 7in).

(*) Wetted parts of the transmitter.

(**) U-bolt material: AISI 400 ss; screws material: high-strength alloy steel or AISI 316 ss.

Configuration

Transmitter with HART communication and 4 to 20 mA

Standard configuration

Transmitters are factory calibrated to customer's specified range. Calibrated range and tag number are stamped on the tag plate. If a calibration range and tag data are not specified, the transmitter will be supplied with the plate left blank and configured as follows:

Engineering Unit	kPa
4 mA	Zero
20 mA	Upper Range Limit (URL)
Output	Linear
Damping	1 sec.
Transmitter failure mode	Upscale
Software tag (8 characters max)	Blank
Optional LCD indicator/display	0 to 100.0% linear

Any or all the above configurable parameters, including Lower range-value and Upper range-value which must be the same unit of measure, can be easily changed using the HART hand-held communicator or by a PC running the configuration software SMART VISION with DTM for 2600T. The transmitter database is customized with specified flange type and material, O-ring and drain/vent materials and meter code option.

Custom configuration (option)

The following data may be specified in addition to the standard configuration parameters:

Descriptor	16 alphanumeric characters
Message	32 alphanumeric characters
Date	Day, month, year

Transmitter with PROFIBUS PA communication

Transmitters are factory calibrated to customer's specified range. Calibrated range and tag number are stamped on the tag plate. If a calibration range and tag data are not specified, the transmitter will be supplied with the plate left blank and configured as follows:

Measure Profile	Pressure
Engineering Unit	kPa
Output scale 0%	Lower Range Limit (LRL)
Output scale 100%	Upper Range Limit (URL)
Output	Linear
Hi-Hi Limit	Upper Range Limit (URL)
Hi Limit	Upper Range Limit (URL)
Low Limit	Lower Range Limit (LRL)
Low-Low Limit	Lower Range Limit (LRL)
Limits hysteresis	0.5% of output scale
PV filter	0 sec.
Address (settable by local key)	126
Tag	32 alphanumeric characters

Any or all the above configurable parameters, including Lower range-value and Upper range-value which must be the same unit of measure, can be easily changed by a PC running the configuration software SMART VISION with DTM for 2600T. The transmitter database is customized with specified flange type and material, O-ring and drain/vent materials and meter code option.

Custom configuration (option)

The following data may be specified in addition to the standard configuration parameters:

Descriptor	32 alphanumeric characters
Message	32 alphanumeric characters
Date	Day, month, year

Transmitter with FOUNDATION Fieldbus communication

Transmitters are factory calibrated to customer's specified range. Calibrated range and tag number are stamped on the tag plate. If a calibration range and tag data are not specified, the transmitter will be supplied with the plate left blank and the analog input function block FB1 is configured as follows:

Measure Profile	Pressure
Engineering Unit	kPa
Output scale 0%	Lower Range Limit (LRL)
Output scale 100%	Upper Range Limit (URL)
Output	Linear
Hi-Hi Limit	Upper Range Limit (URL)
Hi Limit :	Upper Range Limit (URL)
Low Limit	Lower Range Limit (LRL)
Low-Low Limit	Lower Range Limit (LRL)
Limits hysteresis	0.5% of output scale
PV filter time	0 sec.
Tag	32 alphanumeric characters

The analog input function block FB2 is configured for the sensor temperature measured in °C. Any or all the above configurable parameters, including the range values, can be changed using any host compliant to FOUNDATION fieldbus. The transmitter database is customized with specified flange type and material, O-ring and drain/vent materials and meter code option.

For any protocol available engineering units of pressure measure are :

Pa, kPa, MPa
 inH₂O@4°C, mmH₂O@4°C, psi
 inH₂O@20°C, ftH₂O@20°C, mmH₂O@20°C
 inHg, mmHg, Torr
 g/cm², kg/cm², atm
 mbar, bar

™ Hastelloy is a Cabot Corporation trademark

™ Monel is an International Nickel Co. trademark

™ DC 200 is a Dow Corning Corporation trademark

™ Galden is a Montell/luos trademark

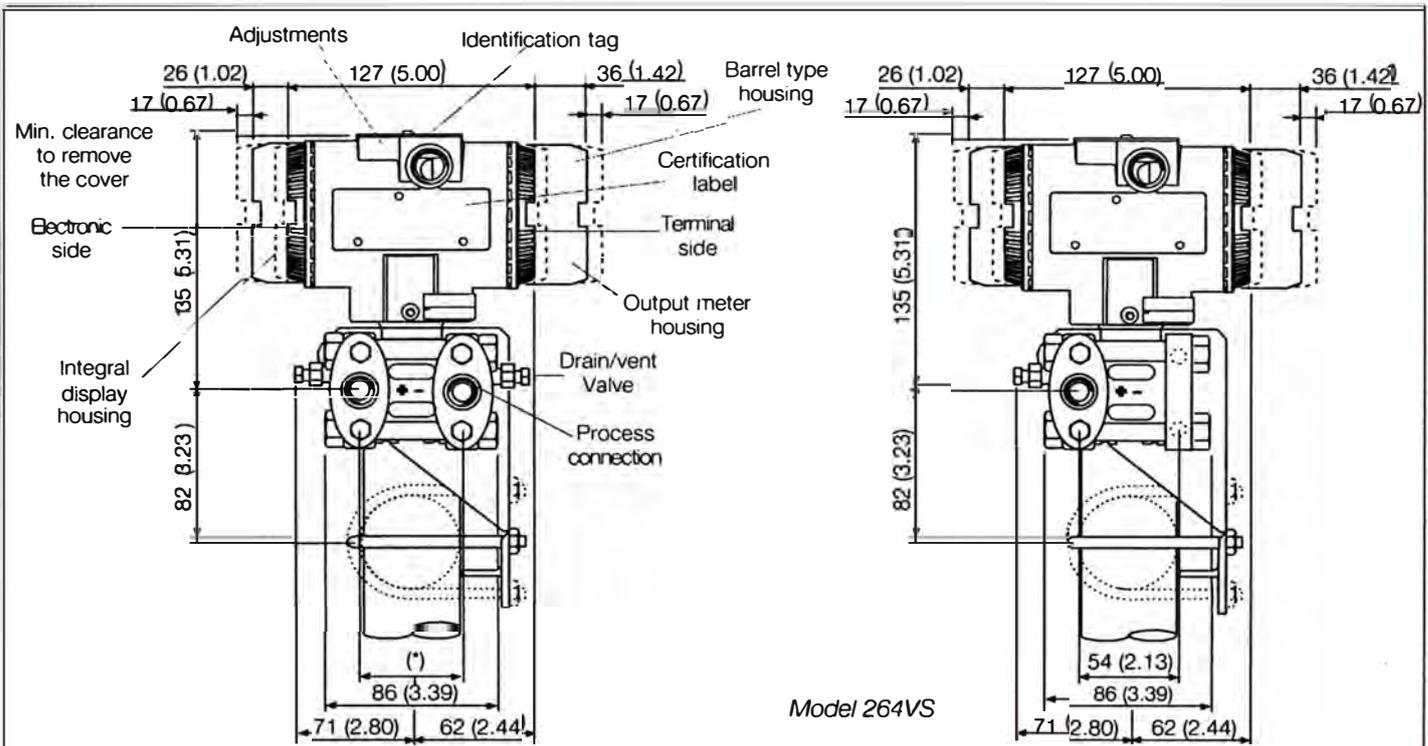
™ Halocarbon is a Halocarbon Products Co. trademark

™ Viton is a Dupont de Nemour trademark

™ Kynar is an Elf Atochem North America Inc trademark

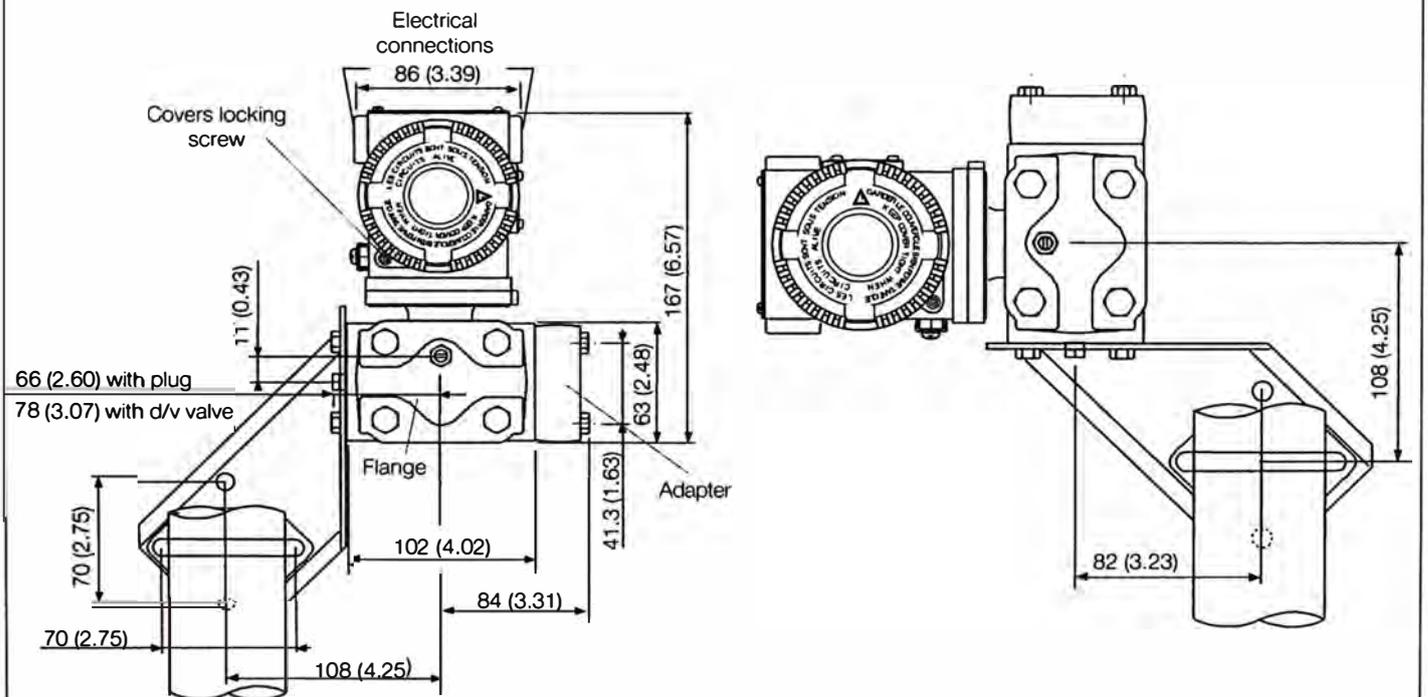
MOUNTING DIMENSIONS (not for construction unless certified) – dimensions in mm (in)

Transmitter with barrel aluminium housing on bracket for vertical or horizontal 60mm (2in) pipe mounting



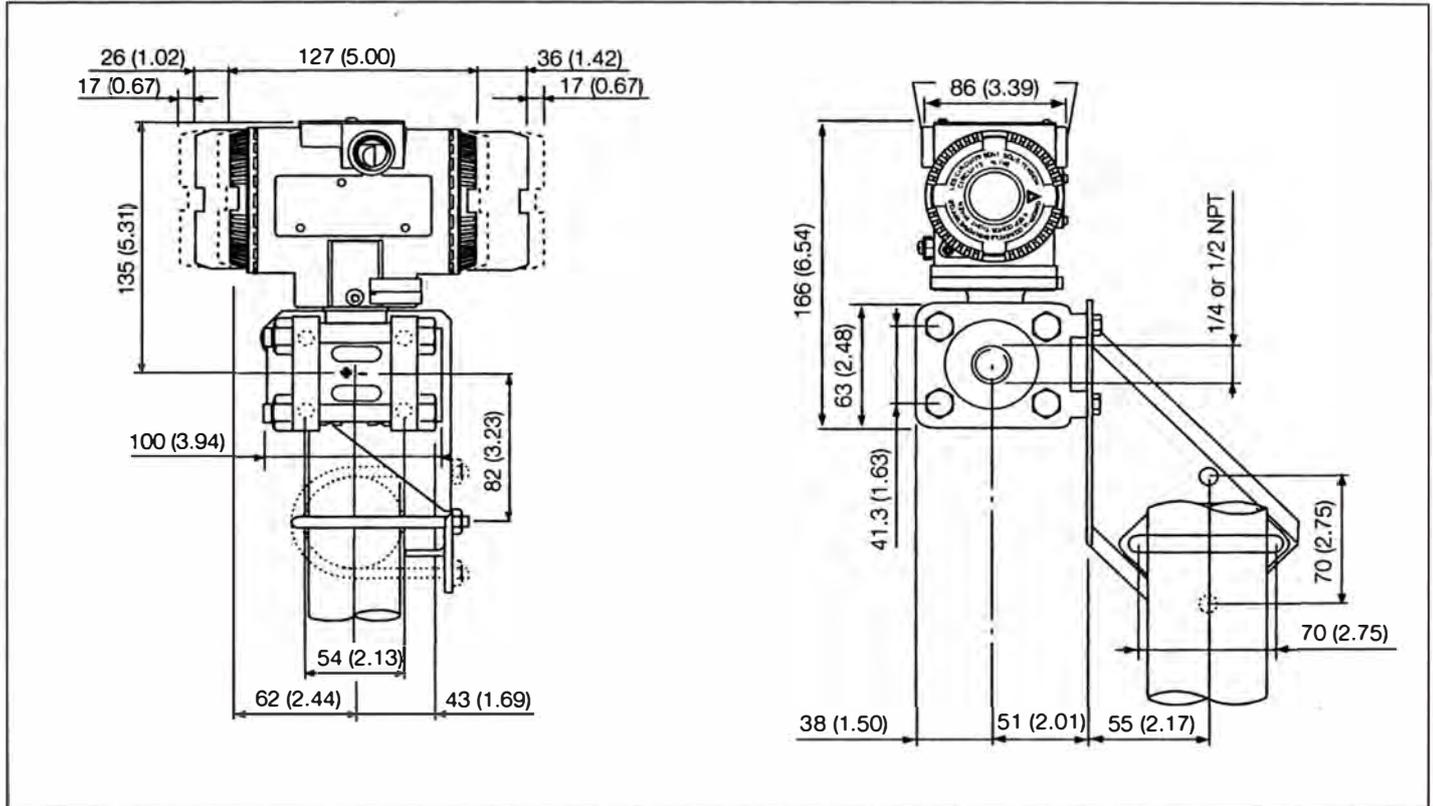
Model 264VS

- (*) FOR MODEL 264DS
51 (2.01), 54 (2.13) or 57 (2.24) mm (in) according to 1/2 - 14 NPT adapters fitting; 54 (2.13) mm (in) on 1/4 - 18 NPT process flange FOR MODEL 264PS
54 (2.13) mm (in) with low pressure side flange without process connection (a filter is fitted) and drain/vent valve

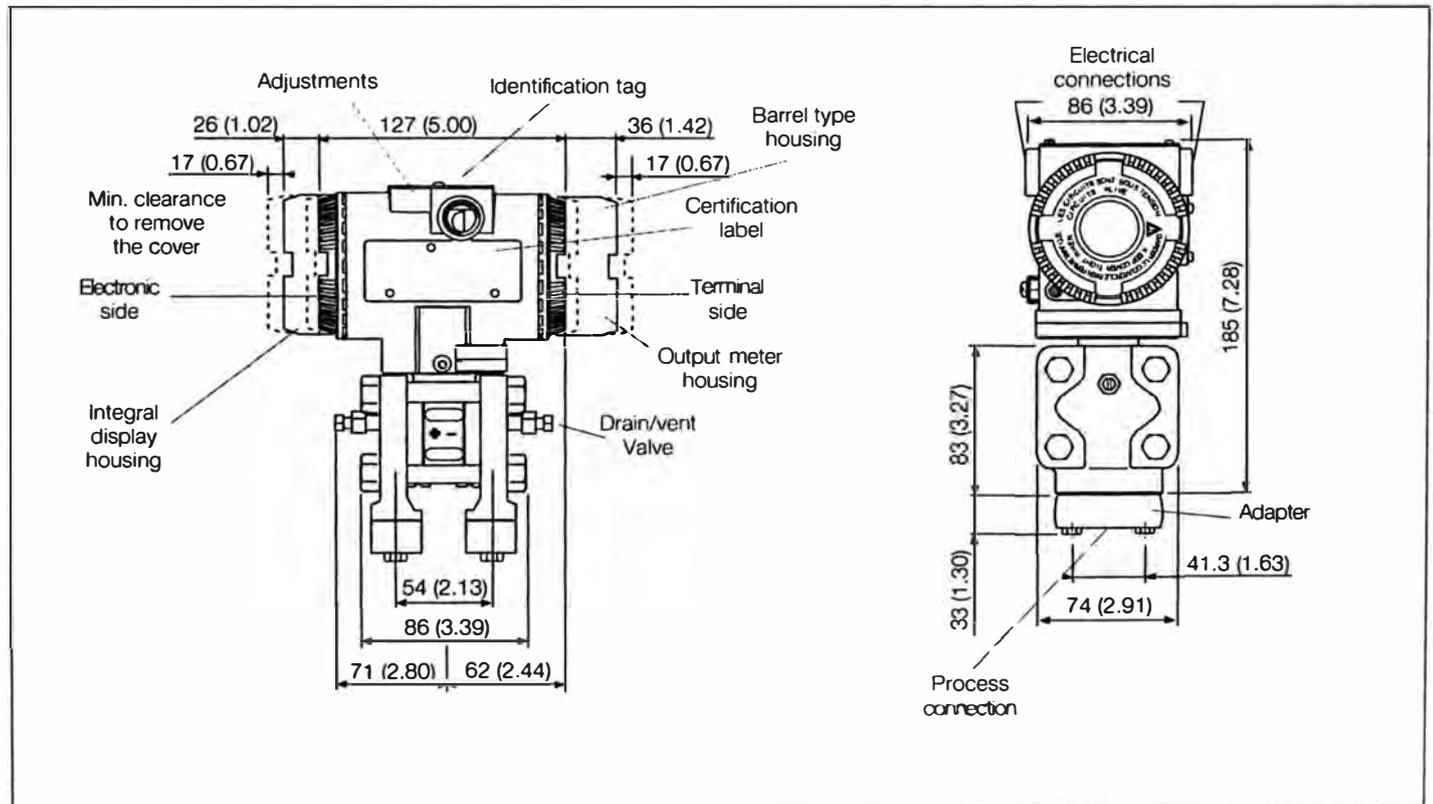


NOTE : Process connection, gasket groove and gaskets are in accordance with DIN 19213. Bolting threads for fixing adapter or other devices (i.e. manifold etc.) on process flange is 7/16 - 20 UNF.

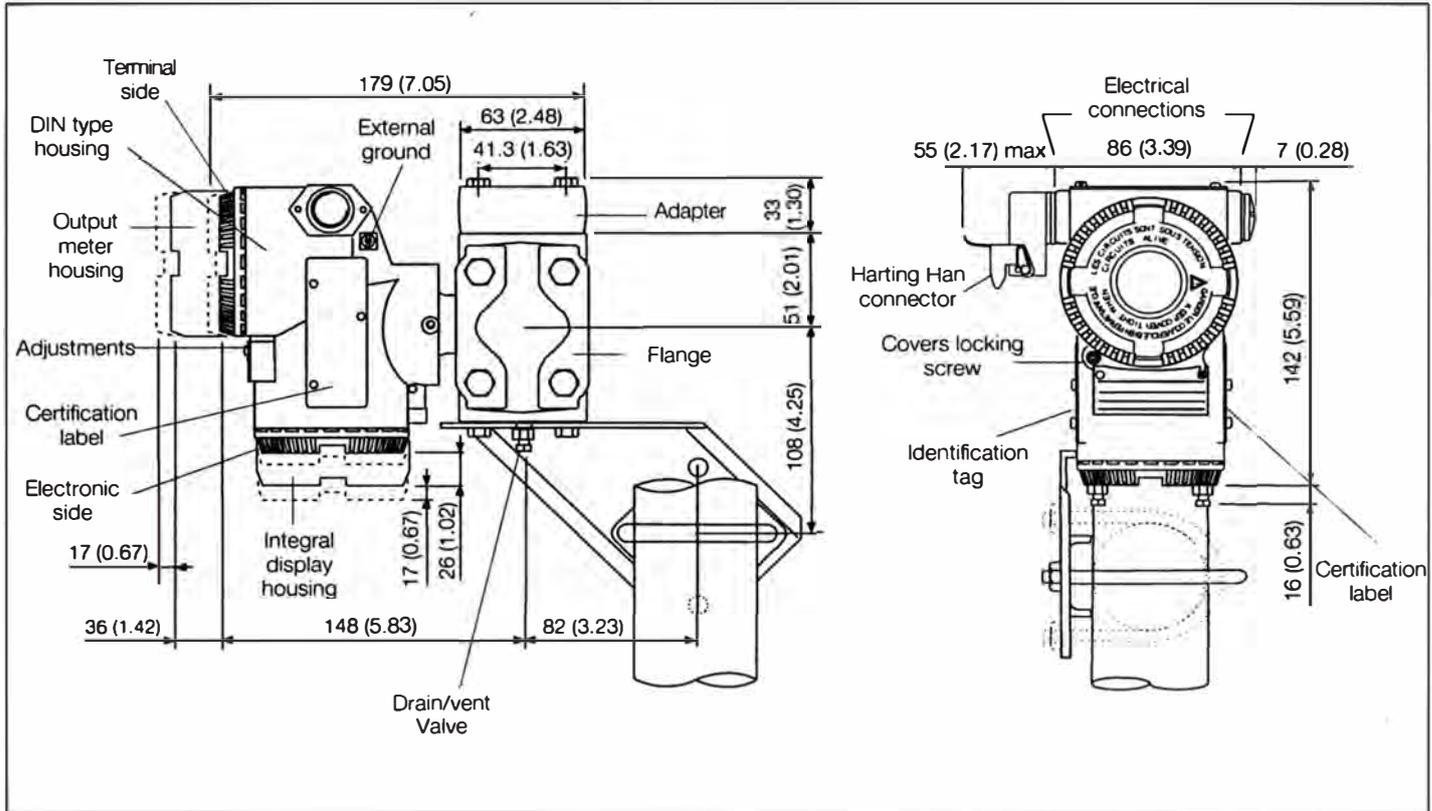
Transmitter with PVDF Kynar inserts on bracket for vertical or horizontal 60mm (2in) pipe mounting



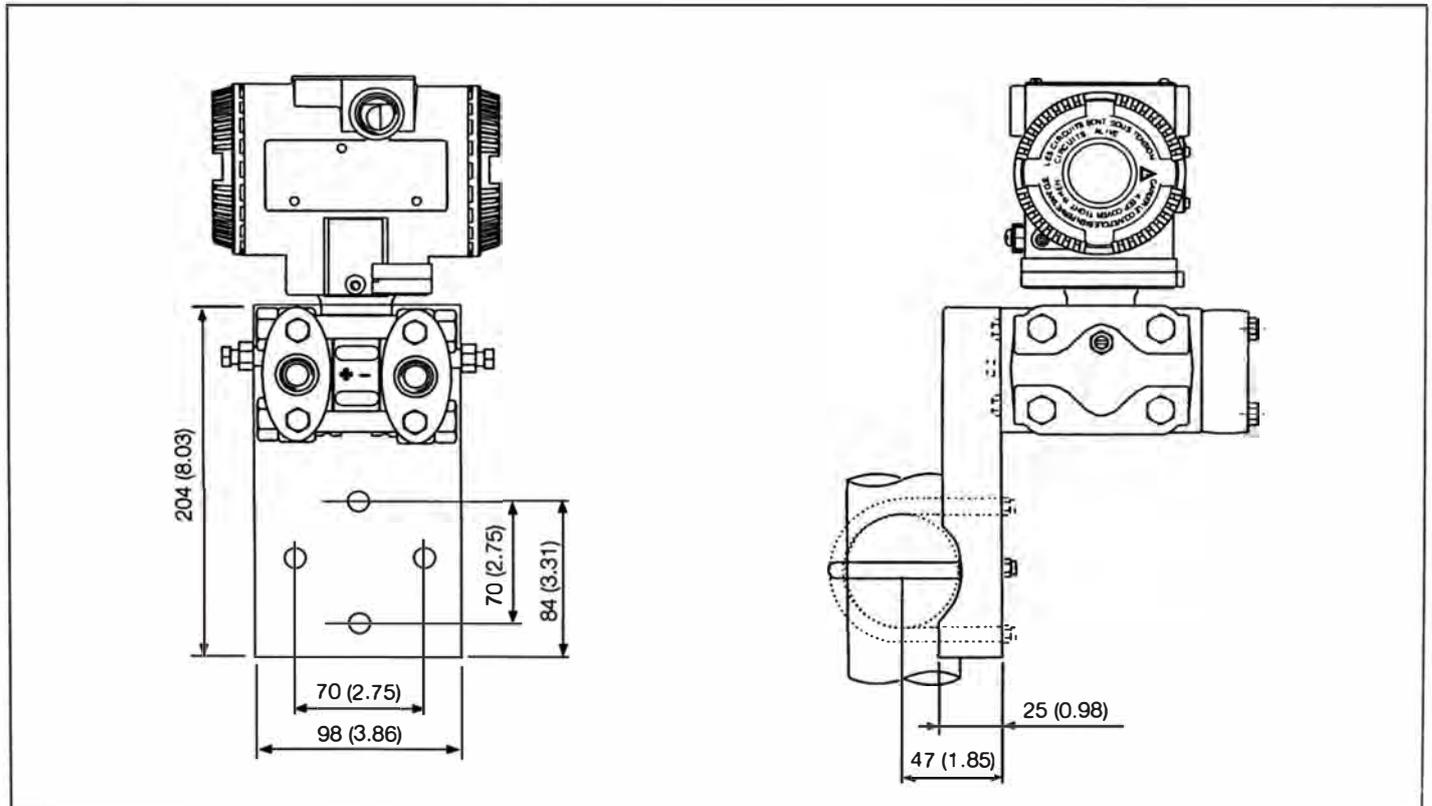
Transmitter with flanges for vertical connection (Barrel housing)



Transmitter on bracket for vertical or horizontal 60 mm (2in) pipe mounting (DIN housing)

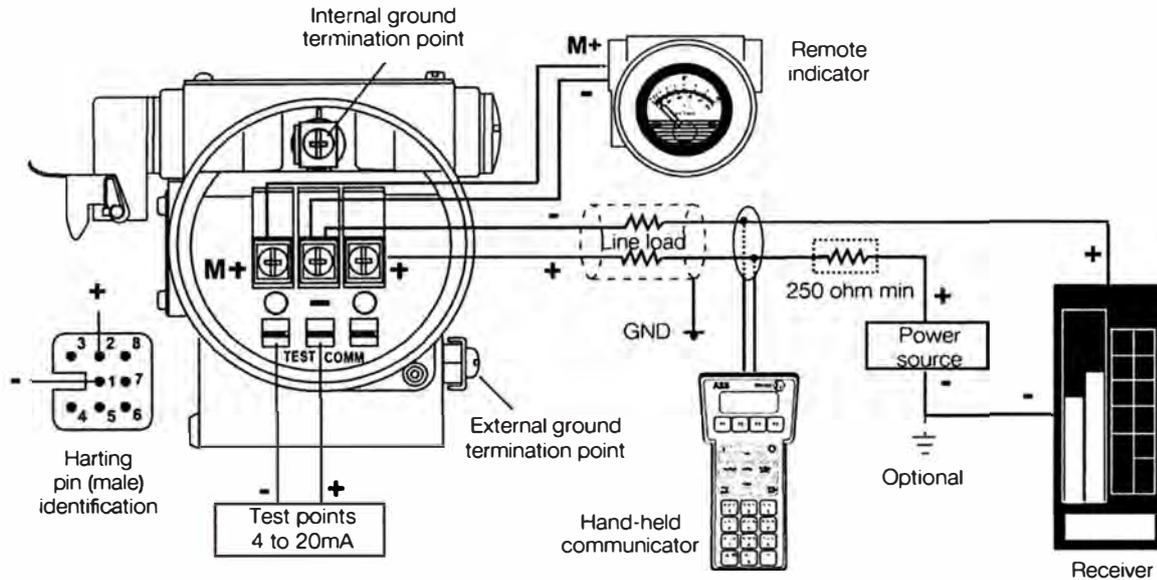


Transmitter with barrel AISI ss housing on bracket (flat type for box) for vertical or horizontal 60mm (2in) pipe mounting



Electrical connections

HART Version



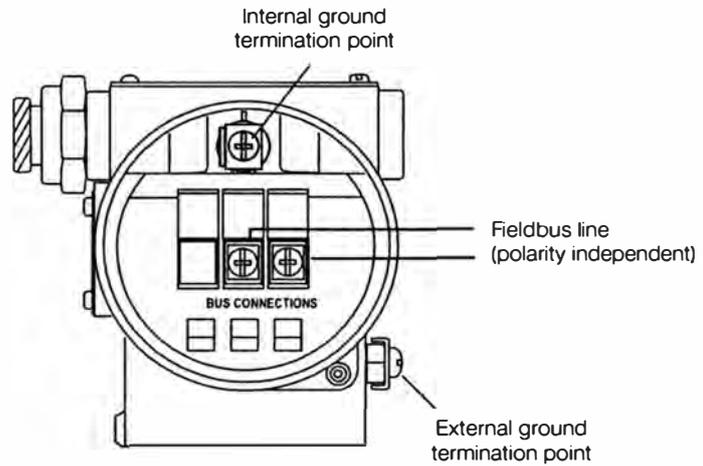
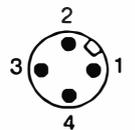
HART hand-held communicator may be connected at any wiring termination point in the loop, providing the minimum resistance is 250 ohm. If this is less than 250 ohm, additional resistance should be added to allow communications

FIELDBUS Versions

7/8" connector



M12 x 1 connector



PIN (male) IDENTIFICATION		
	FOUNDATION Fieldbus	PROFIBUS PA
1	FF-	PA+
2	FF+	GROUND
3	SHIELD	PA-
4	GROUND	SHIELD

CONNECTOR IS SUPPLIED LOOSE WITHOUT MATING FEMALE PLUG

ANEXO N

GALERIA DE FOTOS DEL PROYECTO DE LA CALDERA 11



VALVULA DE CONTROL DE ENTRADA DE AGUA DE ALIMENTACIÓN A LA CALDERA



CALIBRADOR DE SEÑALES PARA INSTRUMENTOS DE MEDIDA



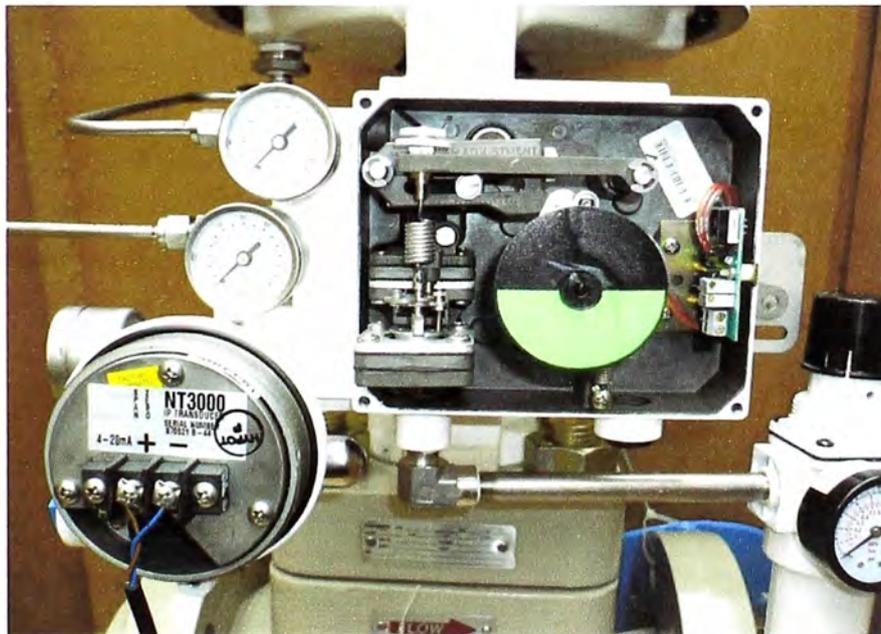
CALIBRADPR DE PRESIÓN



CALIBRADOR DE PRESIÓN CON PEDESTAL.



CHIMENEA SALIDA DE GASES DE COMBUSTION



VÁLVULA REGULADORA ESTA SIENDI CALIBRADA



STICKER DE CALIBRACIÓN EN CAMPO



PERSONAL DE INDUSTRIAL CONTROLS TRABAJANDO EN EL MONTAJE DE LA INSTRUMENTACIÓN DE LA CALDERA II



VISTA DE LA TUBERÍA DE LA CALDERA ACUOTUBULAR



VISTA DEL DOMO SUPERIOR DE LA CALDERA



PERSONAL DE INDUSTRIAL CONTROLS DESARROLLANDO LA INGENIERÍA DE DETALLE EN PLANTA



VALVULA DE CONTROL DE ALIMENTACIÓN DE AGUA A LA CALDERA,
INSTALADO EN PLANTA CON BY-PASS

BIBLIOGRAFÍA

a) Fuentes Bibliográficas:

1. Asea Brown Boberl S.A. "Sistema de control Industrial IT System 800xA". 2007.
2. Yokogawa Electric Corporation "Introduction of Reheating Furnace Application" 1995-7.
3. "Manual de eficiencia energética de Calderas Industriales" Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. SNI 1991.
4. "Operación de Calderas" Mantenimiento Casagrande 1999.
5. "Protocolos de Pruebas de Instrumentos" Ministerio de Industria y Energía – España 2005.
6. "Sistema de Unir Tubería" Vitaulic Company of América Copyright 1997.
7. "Industrial Flow Measurement" David W Spitzer ISA 1990.
8. "Principles and Practice of Flow Meter Engineering" L.K. Spink Ninth Edition The Foxboro Company U.S.A. 1967.
9. "Guía para Instalación Rápida" 00825-0109-4797 Rev.BA ROSEMOUNT 3051 Agosto del 2003.
10. "Combustión Industrial S.A." Percy Castillo Neira 1991

b) Otras Fuentes:

1. www.ic-controls.com.