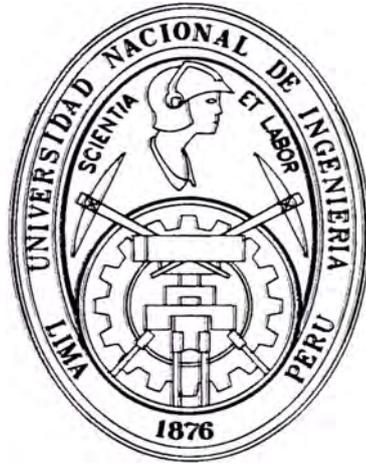


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“IMPLEMENTACION DE LOS LAZOS DE  
CONTROL DE UN GENERADOR DE VAPOR DE  
120 TON/H DEL INGENIO AZUCARERO AGRO  
INDUSTRIAL PARAMONGA S.A.A”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO MECATRONICO**

**MARCOS YAMANDU RODRÍGUEZ TUCTO**

**PROMOCION 2002-II**

**LIMA-PERU**

**2007**

*Dedicado a Mis padres:  
Marcos Rodríguez L. y Victoria Tucto R.  
a mis hermanos:  
Xenina, Keller, Xandra y Jhessel  
y a todas las personas que han contribuido  
en mi formación personal y profesional*

# **CONTENIDO**

<b>Prólogo .....</b>	<b>5</b>
----------------------	----------

## **CAPITULO I**

Introducción .....	7
1.1. Antecedentes .....	7
1.2. Justificación .....	8
1.3. Planteamiento del problema .....	9
1.4. Objetivo .....	10
1.5. Metodología de trabajo .....	10
1.6. Alcances .....	11
1.7. Limitaciones .....	11

## **CAPITULO II**

Fundamentos.....	13
2.1. Proceso de elaboración de azúcar .....	13
2.1.1. Descripción del proceso.....	13
2.1.2. Situación inicial de la planta de fuerza .....	17
2.2. Nuevo generador de vapor .....	17
2.2.1. Normas y códigos aplicables en la fabricación e instalación .....	18
2.2.2. Componentes y equipos .....	19
2.2.3. Funcionamiento simplificado .....	24

## **CAPITULO III**

Tecnología empleada en el sistema de supervisión y control .....	26
3.1. Descripción .....	26
3.2. High Speed Ethernet (HSE) .....	27
3.3. Beneficios, ahorros y dudas en un Sistema de Control de Campo (FCS) .....	29
3.4. Identificación y cuantificación de los dispositivos a emplear .....	32
3.5. Características del cableado en Fieldbus .....	33

3.5.1.	Selección del cable .....	33
3.5.2.	Alimentación de los dispositivos .....	33
3.5.3.	Instalación eléctrica .....	34
3.6.	Topología de red y dispositivos HSE .....	34
3.7.	Bloques de función Fieldbus – SMAR .....	40

## **CAPITULO IV**

Lazos de control del generador de vapor .....	42
4.1. Control de nivel del domo superior .....	42
4.1.1. Control de nivel a tres elementos .....	44
4.1.2. Instalación de transmisores y dispositivos adicionales .....	46
4.1.3. Diagrama de bloques del control .....	50
4.1.4. Programación en bloques del controlador .....	51
4.1.5. Parámetros Fieldbus del lazo de control .....	52
4.1.6. Prueba del lazo y condiciones de seguridad .....	55
4.2. Control de combustión - presión de vapor .....	56
4.2.1. Instalación de transmisores .....	58
4.2.2. Diagrama de bloques del control .....	59
4.2.3. Programación en bloques del controlador .....	60
4.2.4. Parámetros Fieldbus del lazo de control .....	61
4.2.5. Prueba del lazo y condiciones de seguridad .....	64
4.3. Control de tiro - presión de hogar .....	65
4.3.1. Instalación de transmisores .....	66
4.3.2. Diagrama de bloques del control .....	66
4.3.3. Programación en bloques del controlador.....	67
4.3.4. Parámetros Fieldbus del lazo de control .....	68
4.3.5. Prueba del lazo y condiciones de seguridad .....	70
4.4. Control de nivel del desaireador .....	71
4.4.1. Instalación de transmisores .....	71
4.4.2. Diagrama de bloques del control .....	72
4.4.3. Programación en bloques del controlador .....	72
4.4.4. Parámetros Fieldbus del lazo de control .....	73
4.4.5. Prueba del lazo y condiciones de seguridad .....	74

4.5.	Control de presión de agua de alivio .....	75
4.5.1.	Instalación de transmisores .....	75
4.5.2.	Diagrama de bloques del control .....	76
4.5.3.	Programación en bloques del controlador .....	76
4.5.4.	Parámetros Fieldbus del lazo de control .....	77
4.5.5.	Prueba del lazo y condiciones de seguridad .....	77
4.6.	Control de flujo mínimo - venteo .....	78
4.6.1.	Diagrama de bloques del control .....	79
4.6.2.	Programación en bloques del controlador.....	80
4.6.3.	Parámetros Fieldbus del lazo de control .....	80
4.6.4.	Prueba del lazo y condiciones de seguridad .....	81
4.7.	Control de agua de lavador de gases .....	82
4.7.1.	Instalación de transmisores .....	83
4.7.2.	Diagrama de bloques del control .....	83
4.7.3.	Programación en bloques del controlador .....	84
4.7.4.	Parámetros Fieldbus del lazo de control .....	84
4.7.5.	Prueba del lazo y condiciones de seguridad .....	85
4.8.	Lazos de control a implementar en el futuro .....	86
4.8.1.	Control de presión de estación reductora .....	86
4.8.2.	Control de temperatura de vapor sobrecalentado .....	88
4.8.3.	Control de temperatura de vapor para Proceso .....	90
4.9.	Sistema de seguridad del generador de vapor .....	92
4.10.	Limpieza de líneas de conexión de transmisores .....	94

<b>Conclusiones</b> .....	95
---------------------------	----

<b>Bibliografía</b> .....	96
---------------------------	----

## **Anexos**

A.	Designación de los canales FF – Proyecto Paramonga.....	98
B.	Designación de entradas y salidas del PLC – Proyecto Paramonga.....	101
C.	Pantallas del sistema de monitoreo – Proyecto Paramonga.....	108

## **PRÓLOGO**

La experiencia de formar parte del equipo de supervisores de la fabricación, montaje, operación y mantenimiento de un generador de vapor de 120 Ton/h de diseño brasileño, en el Ingenio Azucarero Agro Industrial Paramonga me han servido de base para elaborar el presente informe.

El proyecto del nuevo generador de vapor inició en noviembre del 2004 y finalizó en diciembre del 2006, con una inversión aproximada de 8 millones de dólares que fue financiada por el Banco Mundial.

Con este informe se busca brindar un aporte en cuanto a los delineamientos en la implementación de los lazos de control más importantes de un generador de vapor tipo acuotubular netamente bagacero usado en los ingenios azucareros.

En el Capítulo I se presentan los antecedentes, la justificación, el objetivo, la metodología de trabajo, los alcances y las limitaciones propias del presente informe.

En el Capítulo II se describe en forma breve y simplificada el proceso fabril de la producción de azúcar. Se detalla la situación inicial de la planta de fuerza y se explica el funcionamiento simplificado del generador de vapor puntualizando sus principales componentes y equipos. Adicionalmente se presenta un listado de normas y códigos aplicados en la fabricación e instalación del generador de Vapor.

En el Capítulo III se explican los beneficios, ahorros y dudas en un Sistema de Control de Campo (FCS). Se describe la tecnología Foundation Fieldbus (FF), sus dispositivos, el tipo de comunicación, la topología de red, y la programación empleada en el control e instrumentación del generador de vapor.

En el Capítulo IV se describe en forma detallada los lazos de control implementados en el generador de vapor. Se muestra los diagramas de bloques de las estrategias de control, la programación en bloques y los parámetros Fieldbus de los lazos de control. Adicionalmente se presenta las respuestas a plena carga de los lazos de control implementados, las condiciones de seguridad y algunas recomendaciones que se deben de tener en cuenta para la instalación de los transmisores.

En la parte final del informe se presenta una serie de conclusiones y resultados obtenidos en base a la automatización realizada, así mismo se presenta como anexo información adicional acerca del proyecto generador de vapor de 120 Ton/h del Ingenio Azucarero Agro Industrial Paramonga S.A.A.

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes.**

El origen de la empresa se remonta al año de 1871 cuando la familia Canaval adopta el nombre de Sociedad Agrícola Paramonga. En 1927, la transnacional W. R. Grace & Co. adquirió la empresa y desarrolló lo que se convertiría en uno de los centros industriales más eficientes de América del Sur.

Como resultado del proceso de la reforma Agraria, según Ley N° 17716, la compañía se constituyó en cooperativa el 3 de Octubre de 1970, bajo la administración de sus trabajadores, con la denominación de Cooperativa Agraria Azucarera Paramonga Ltda. N° 37. El 11 de septiembre de 1994, la asamblea general de delegados acordó la transformación del modelo empresarial cooperativo por el de sociedad anónima abierta de accionariado difundido con el nombre de Agro Industrial Paramonga S.A.A., rigiéndose bajo la ley general de sociedades a partir del 1° de enero de 1995.

En la junta general de accionistas de 2 de diciembre de 1999 se acordó una reorganización simple de la sociedad, por el cual Agro Industrial Paramonga S.A.A. constituye una nueva empresa de giro industrial con la razón social Industrial Paramonga S.A.C., de la que el Grupo Wong poseía el 99.9% de acciones. El 1° de abril del 2001, la

junta general de accionistas acordó disolver y liquidar Industrial Paramonga S.A.C., para lo cual transfirió la totalidad de sus activos y pasivos a Agro Industrial Paramonga S.A.A.

El ingenio azucarero Agro Industrial Paramonga S.A.A. (AIPSAA), con domicilio legal Av. Ferrocarril 212 en el distrito de Paramonga, provincia de Barranca, departamento de Lima, tiene como actividad principal la siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas destinados al consumo general y el procesamiento de alimentos concentrados. La compañía tiene adjudicada 6635 hectáreas de campo propios para el cultivo de caña de azúcar y cuenta con una instalación fabril completa para el procesamiento de caña de azúcar, produciendo azúcar cruda y refinada con un rendimiento aproximado de 112 Kg. de azúcar/Ton de caña.

## **1.2. Justificación**

Comprometidos con el cuidado del medio ambiente y en aplicación de los mecanismos de incentivos bajo el Protocolo de Kyoto, después de dos años de trabajo y estudios preliminares, la compañía decidió iniciar formalmente su participación en las actividades del Mecanismo de Desarrollo Limpio – MDL con lo que se buscó viabilizar económicamente la inversión en un generador de vapor acuotubular moderno, que en adelante lo llamaremos GVA, de tal forma que genere energía limpia ***en forma eficiente*** utilizando recursos renovables como el bagazo de caña en reemplazo del petróleo.

Para tal efecto, se presentó la solicitud de aprobación del proyecto a la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAM) como paso previo al proceso de validación del proyecto por la Entidad Operacional Designada (DOE) y aprobación final y registro por la Junta Ejecutiva del MDL, que es el organismo de las Naciones Unidas para cambio climático.

Se ha calculado en 853,000 las toneladas de CO<sub>2</sub> (gases de efecto invernadero) que Paramonga va a dejar de emitir en un lapso de 10 años, lo que permitirá beneficiarse con la obtención de igual cantidad de Certificados de Emisiones Reducidas CER cuyo valor promedio estimado por el Banco Mundial para los próximos años es de 10 Euros/Ton, lo que equivale a un total de 8.5 millones de Euros.

### 1.3. Planteamiento del problema

Según el artículo: “Conversion of a conventional sugar factory to high efficient energy use” desarrollado por el Ing. Florenal Zarpelon (asesor técnico) y el Ing. Pablo Noriega (accionista del Ingenio Azucarero de ESTHER - Piracicaba – Brasil), un ingenio azucarero moderno con tecnología de avanzada debe alcanzar un rendimiento eléctrico de 150 Kw./Ton caña. Para ello se debe contar con generadores de vapor de por lo menos 85% de eficiencia, produciendo vapor a una presión de 62 Kg./cm<sup>2</sup> y con Turbogeneradores de extracción-condensación multietapa.

Demostración de la factibilidad de alcanzar el rendimiento eléctrico indicado:

Producción de bagazo	280 Kg. bagazo/Ton caña
Eficiencia del Generador de Vapor	2.3 Kg. vapor/Kg. bagazo
Eficiencia del Turbogenerador	4.3 Kg. vapor/Kw.
Consumo específico del bagazo por kilowatt generado	(4.3 Kg. vapor/Kw.) / (2.3 Kg. vapor/Kg. bagazo) 1.87 Kg. bagazo/Kw.
Rendimiento eléctrico	(280 Kg. bagazo/Ton caña) / (1.87 Kg. bagazo/Kw.) 150 Kw./ Ton caña

En este caso, si la fabrica esta totalmente electrificada debe consumir entre 30 a 40 Kw./Ton caña, la variación considera el grado de uso de electricidad para viviendas, oficinas y riego en el campo, etc. por lo tanto, un ingenio de estas características puede disponer para venta a la red pública de 110 a 120 Kw./Ton caña.

En la planta de fuerza del ingenio Agro Industrial Paramonga S.A.A., antes de que el nuevo GVA entre en funcionamiento, se tenía:

Producción de bagazo	280 Kg. bagazo/Ton caña
Eficiencia del Generador de Vapor	1.8 Kg. vapor/Kg. bagazo
Eficiencia del turbogenerador	12 Kg. vapor/Kw.
Consumo específico del bagazo por Kilowatt generado	(12 Kg. vapor/Kw.) / (1.8 Kg. vapor/Kg. bagazo) 6.67 Kg. bagazo/Kw.
Rendimiento eléctrico	(280 Kg. bagazo/Ton caña) / (6.67 Kg. bagazo/Kw.) 42 Kw./Ton caña

Se puede observar que por la baja eficiencia del generador de vapor Foster Wheeler y la del turbogenerador General Electric de 2.25 MW, consumíamos 3.5 veces más bagazo para generar un Kilowatt que una planta eficiente moderna.

Basándose en ello, se debe tratar de alcanzar una conversión *lo más eficiente posible* de la energía del bagazo en energía como vapor. Esto sólo es posible alcanzarlo con un GVA totalmente automatizado que quemé bagazo en forma altamente eficiente y a su vez que cumpla con los estándares mínimos de emisiones establecidos por los entes internacionales medioambientales.

#### **1.4. Objetivo**

El objetivo de este documento es establecer e implementar los lazos de control del GVA bagacero en el Ingenio Azucarero Agro Industrial Paramonga S.A.A., de tal modo que se optimice la operación, que aumente la eficiencia y que el vapor generado cubra las necesidades de los procesos en cantidad y calidad. Así mismo se busca brindar un aporte en cuanto a los delineamientos en la implementación de los lazos de control más importantes de generadores de vapor tipo acuotubular netamente bagaceros usados en los ingenios azucareros.

#### **1.5. Metodología de trabajo**

Con respecto a la metodología empleada en el presente informe se puede decir que en los dos primeros capítulos se hace una descripción sencilla y fácil de los puntos previos que se consideran importantes y que se deben de conocer antes de entrar a los capítulos III y IV en los cuales se presenta el tema principal de este documento.

En cada uno de los capítulos se presentan imágenes, diagramas de flujo, diagrama de bloques, tablas y cuadros para facilitar la comprensión de los temas que se quiere transmitir en forma clara y precisa. Adicionalmente se anexa información referente a algunos puntos que forman parte del proyecto GVA de 120 Ton/h del Ingenio Azucarero Agro Industrial Paramonga S.A.A.

## **1.6. Alcances**

El número de lazos de control que se puede implementar en un GVA y en sus equipos periféricos es de alguna manera elevada, ya que cada proceso que forma parte de este sistema podría incluir por lo menos un lazo PID simple. Sin embargo en este informe solo se presentan los lazos de control más importantes y significativos.

Se debe de considerar que este informe no es una guía de programación por lo que no se hace énfasis en la programación de los controladores ni se detalla el software empleado, pero si se presenta un descripción rápida de lo anterior.

Con respecto a la sintonía de los controladores, en todos los casos se inicia con valores sugeridos por los diseñadores. Estos valores varían de acuerdo a las modificaciones realizadas en fabricación y de acuerdo a las respuestas que se van evaluando en pleno funcionamiento a diferentes cargas y con todas las perturbaciones propias del sistema.

Actualmente el GVA, que se encuentra en su primera etapa de producción, esta generando vapor a 31 Kg./cm<sup>2</sup>, alimentando vapor a fabrica en forma continua y estable.

## **1.7. Limitaciones**

No se cuenta con licencias originales de los principales Softwares empleados como son el CONF700 (programación del PLC LC700), el SYSCOM (configuración y programación de controladores) y el ProcessView (supervisión y control de dispositivos), por lo que en la sustentación de este informe no se podrá realizar una prueba de los lazos de control implementados.

Tampoco se considerara una simulación del sistema o de sus lazos de control ya que sistema del GVA es muy complejo y la cantidad de datos necesarios es bastante considerable.

Como ya se menciona, no se ha seguido ningún método de sintonía para determinar los parámetros de control de los lazos establecidos debido a la complejidad del sistema y

de las diferentes perturbaciones que se presentan en el sistema, sin embargo se esta evaluando realizar un estudio completo para poder efectuar una sintonía fina de los lazos de control más importantes implementados en la automatización de este GVA, especialmente del lazo de control de nivel de agua en el domo superior a tres elementos que es el lazo más importante y a su vez más complejo.

## **CAPITULO II**

### **FUNDAMENTOS**

#### **2.1. Proceso de elaboración de azúcar.**

##### **2.1.1. Descripción del proceso**

La caña de azúcar, materia prima en el proceso, es transportada mediante camiones desde los campos hacia el ingenio los cuales con la ayuda de la grúa tipo hilo descargan la caña en las mesas de alimentación para la molienda. La caña es lavada para eliminar tierra y piedras que se presentan al efectuarse el carguio en los camiones, posteriormente es transportada hacia una serie de machetes y un desfibrador de martillos que preparan la caña para ingresar a los molinos.

La caña se comprime a través de 5 molinos con sus respectivas turbinas que consumen vapor proveniente del GVA a 450 PSI. y que tienen vapor escape de 45 PSI. Es aquí donde se agrega el agua de imbibición para mejorar la extracción del jugo de la caña, pudiéndose extraer hasta el 95% de azúcar que contiene la caña.

Caña + Agua de imbibición = Bagazo + Jugo

En la Tabla 1. se muestra el porcentaje promedio en peso de la composición de la caña que ingresa al proceso:

Tabla 1. Composición de la caña

Azúcar (sacarosa en caña)	12.12%
Fibra (residuo de la caña exprimida)	15.08%
Agua	71.30%
Cuerpos nitrogenados	0.40%
Grasas y cera	0.20%
Pectina (goma)	0.20%
Ácidos Libres	0.08%
Ácidos combinados	0.12%
Cenizas	0.50%
Total	100.00%

Para ayudar a separar las impurezas presentes en el jugo obtenido y mantener su PH en 7 se le agrega carbonato de calcio (cal diluida) el cual envuelve las materias colorantes y gomas, obteniéndose jugo encalado con un Brix promedio de 14 Bx. (sólidos en suspensión).

El jugo encalado se calienta en tres etapas hasta los 105 °C e ingresa a un tanque flash para eliminar vapores, luego ingresa a baja velocidad a los clarificadores de jugo continuo, donde se agregan floculantes para separar las impurezas y obtener jugo clarificado limpio. Las impurezas o cachaza se mezclan con bagacillo que los aglomera y facilita la filtración en tres filtros rotativos al vacío (filtros Oliver) de donde se obtiene una masa llamada torta, que sirve de abono en los campos de cultivo, y un jugo filtrado que retorna al tanque de jugo encalado para su reproceso.

El jugo clarificado limpio y sin impurezas contiene aproximadamente 85% de agua e ingresa a un pre evaporador (KETZNER) que consume vapor a 45 PSI. para ser calentado y concentrado hasta un brix promedio de 19 Bx. eliminando el agua contenida en el jugo en forma de vapor vegetal el que se mezcla con el vapor a 15 PSI. proveniente de la extracción del Turbogenerador de planta de fuerza y de la estación reductora de 45 PSI a 15 PSI.

Luego el jugo ingresa a los evaporadores de múltiple efecto donde su PH tiene que ser aprox. 7.2 ya que un jugo con PH menor de 7 (ácido) produce un vapor que al

condensarse en el siguiente cuerpo origina condensados con dureza. El jugo que sale de los evaporadores, también llamado jarabe o meladura, se encuentra entre 65 a 70 Bx. y a una temperatura menor de 53 °C para evitar que se caramelize o cambie de color. Esta meladura se deposita en unos tanques para luego ser procesados en los tachos de cocimiento en los que se evaporara el agua contenida en ella, produciéndose de esta manera tres tipos de masas: Masa A (85% de pureza), Masa B (72% de pureza), Masa C (60% de pureza) y Masa Refinada. A partir de estas masas con un proceso de centrifugación se obtienen: Azúcar A (Refinada Industrial Wong), Azúcar B (Refinada Especial Metro), Azúcar C (Refinada Domestica) y Azúcar D (Blanca Refinada).

Para el cocimiento o templa de la Masa A:

$$\text{Meladura} + \text{Azúcar B} + \text{Agua de Dilución} = \text{Masa A}$$

Con la centrifugación de la Masa A:

$$\text{Masa A} = \text{Miel A} + \text{Azúcar A}$$

Para el cocimiento de la Masa B:

$$\text{Miel A} + \text{Azúcar C} + \text{Agua de Dilución} = \text{Masa B}$$

Con la centrifugación de la Masa B:

$$\text{Masa B} = \text{Miel B} + \text{Azúcar B}$$

Para el cocimiento de la Masa C:

$$\text{Miel B} + \text{Miel A} + \text{Agua de Dilución} = \text{Masa C}$$

Con la centrifugación de la Masa C:

$$\text{Masa C} = \text{Melaza/Miel Final} + \text{Azúcar C}$$

La Melaza o Miel fina se usa como materia prima en una destilería para la producción de alcohol rectificado fino (etílico), alcohol extrafino y alcohol anhidro.

Para la elaboración de azúcar Blanca Refinada, el Azúcar A es diluido con agua en un tanque con agitación y se le conoce con el nombre de licor, el cual se encuentra en una concentración de 60 Bx. Es bombeado a un tanque para el agregado de ácido fosfórico y de la lechada de cal (método de fosfatación), posteriormente este licor calentado ingresa a uno de los clarificadores continuos para eliminar las impurezas

presentes en el licor con el agregado de un coagulante, estas impurezas se terminan de eliminar en una zaranda.

Para el cocimiento de la Masa Refinada:

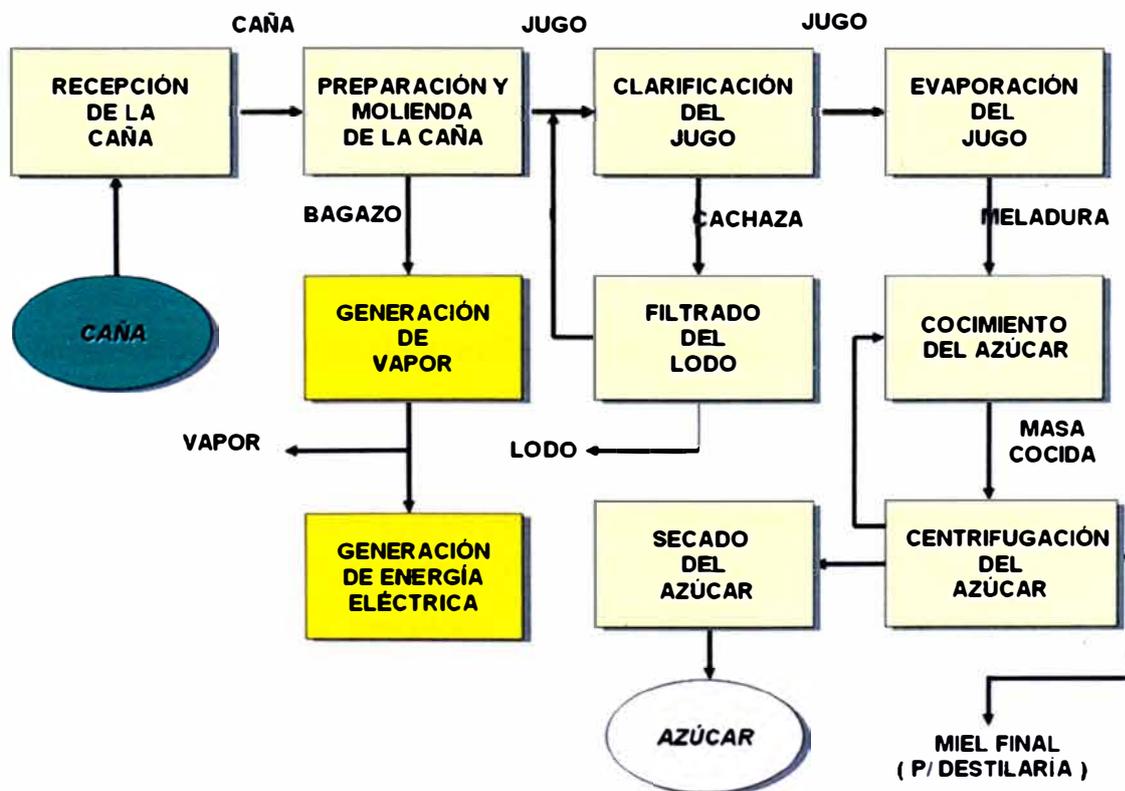
$$\text{Licor} + \text{Miel Refinada} + \text{Agua de dilución} = \text{Masa Refinada}$$

Con la centrifugación de la Masa Refinada:

$$\text{Masa Refinada} = \text{Miel Refinada} + \text{Azúcar refinada}$$

El azúcar saliente de la etapa de centrifugación es trasladado mediante unos transportadores hacia unos secadores de aire caliente que trabajan con vapor de 125 PSI. proveniente de una la línea de escape del Turbogenerador de la planta de fuerza. Posteriormente, el azúcar seco, es trasladado a un sistema automático de envase y despacho. Toda la descripción anterior se esquematiza en la Figura 1.

Figura 1. Proceso de elaboración de azúcar



### **2.1.2. Situación inicial de la planta de fuerza**

Inicialmente la planta de fuerza contaba con dos generadores de vapor, un generador de vapor *Foster Wheeler* con una capacidad de generación de 90 Ton/h que tiene un sistema dual para quema de bagazo y Petróleo Bunker 6, y un generador de vapor *Edge Moor* de 12 Ton/h netamente bagacero. Ambos generadores, por mas de 30 años, han sido responsables de la producción de vapor requerido por el proceso fabril que es de aproximadamente 95 Ton vapor/h. a una presión de 31 Kg./cm<sup>2</sup> Parte del vapor generado se destina para alimentar las Turbinas de los molinos de Trapiche para la extracción de jugo, otra parte se destina para la autogeneración eléctrica mediante un Turbogenerador General Electric de Extracción y Contrapresión de 2.25 Mw. Como la electricidad autogenerada no cubre la demanda interna se tiene una potencia contratada de 1 Mw. Con la empresa generadora Cahua. Todas las salidas de vapor de escape de las turbinas son de 45 PSI. y alimentan a los evaporadores y calentadores de jugo en la fábrica.

El consumo de petróleo Bunker 6 era de aproximadamente 2,580,000 galones por año, lo que constituía un egreso del orden de US\$ 2,500,000 por año, con un excedente del bagazo de 150 a 160 Ton/día con precio de venta entre US\$ 25 y US\$ 30 por tonelada más IGV.

### **2.2. Nuevo generador de vapor**

El nuevo GVA, proyectado para una futura cogeneración, es de tipo acuotubular, con circulación natural, con dos domos, soportada por la base, con sistema de tiro controlado, con paredes de agua totalmente membranas, con parrilla de tipo basculante para quema de bagazo de caña y flujo de gases de combustión de tipo cruzado en único pase.

Tiene una capacidad de generación de 120 Ton/h de vapor a una presión de 42 Kg./cm<sup>2</sup> y una temperatura de 400 °C. En una primera etapa se esta produciendo vapor a 31 Kg./cm<sup>2</sup> y 370 °C, pero una vez instalado el nuevo Turbogenerador de 20Mw, el GVA estará en condiciones de entregar vapor a plena carga según su capacidad nominal.

El nuevo GVA esta compuesto de dos sistemas básicos separados, un Sistema Agua-Vapor, y un Sistema Aire - Combustible - Gases de combustión. La entrada del Sistema Agua - Vapor es agua que recibe calor a través de una barrera de metal sólido y que deja el sistema en forma de vapor. Las entradas del Sistema Aire - Combustible - Gases de Combustión, en lado de fuego del GVA, son el bagazo y el aire que son cuidadosamente mezclados y quemados enseguida en la cámara de combustión donde se convierte la energía química del combustible en energía térmica que es transferida al Sistema Agua – Vapor.

### **2.2.1. Normas y códigos aplicables en la fabricación e instalación**

El proyecto mecánico en su totalidad, la fabricación de todos sus componentes y las pruebas del GVA, fueron ejecutados basados en el Código ASME (American Society of Mechanical Engineers) “Boiler and Pressure Vessel” Section I – Power Boilers.

La calificación de los soldadores y los procedimiento de soldadura para los domos, cabezales, serpentines del sobrecalentador, paredes de agua y demás zonas de presión a través del Código ASME – Section IX – “Welding Qualification”

Tuberías de acero, fundidos ferrosos, refractarios, aislantes, acero estructural recomendados de acuerdo con Código ASTM (American Society for Testing and Materials). Válvulas recomendadas conforme a la norma ANSI y API (American Petroleum Institute)

Bridas para cabezales en general recomendados de acuerdo a la norma ANSI (American National Standards Institute) B-16.5 y proyectadas de acuerdo con la norma ANSI B-31 “Power Piping” y los pernos y tuercas de acuerdo con la norma ANSI B-18.2.1 y ANSI B-1.1 y otros conforme ANSI B-16.5 y ANSI B-18.1.2.1

Ventiladores conforme a la norma AMCA (Air Movement & Control Association International). Motores y equipos eléctricos conforme NEMA (Nacional Electrical Manufactures Association)

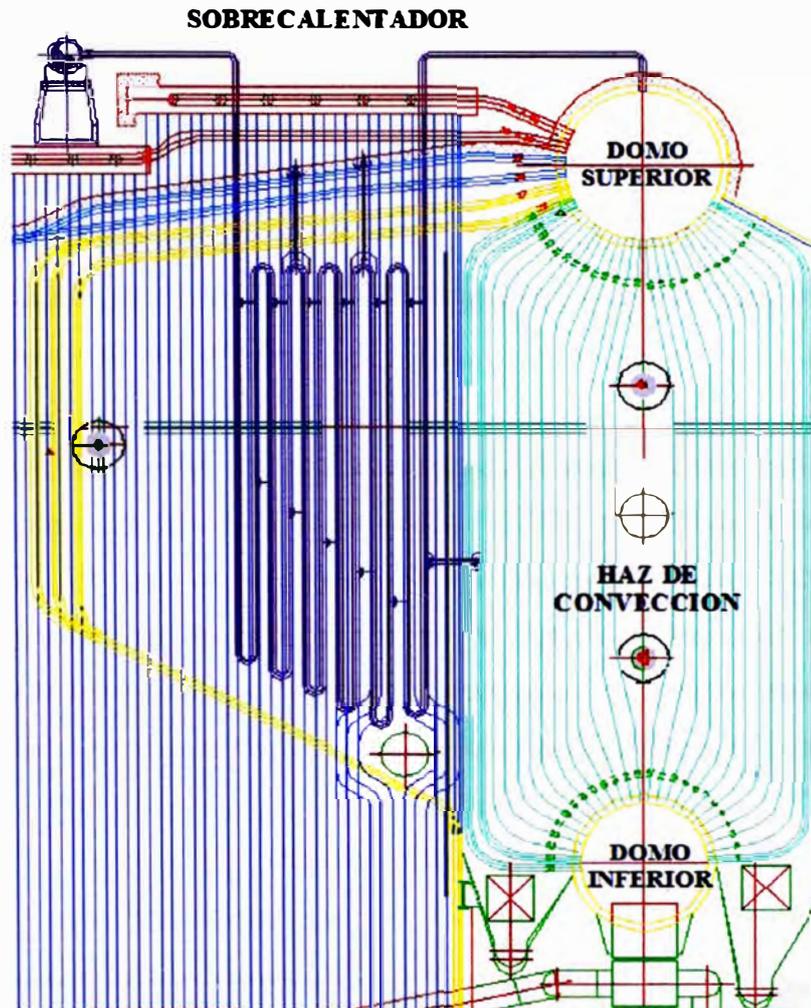
Instrumentación conforme ISA (Instrumentation, Systems and Automation Society) y Normas de la Fundación Internacional - Foundation Fieldbus (ANSI/ISA-50, ISA/TR50, IEC 61158)

### 2.2.2. Componentes y equipos

Entre los componentes más importantes del GVA, tenemos:

- **Transportadores y dosificadores de bagazo.-** El bagazo que sale de la molienda con una humedad aproximada de 52% es transportado al GVA a través de una serie de transportadores de fajas y de paletas metálicas que alimentan a seis dosificadores de bagazo que son accionados por motorreductores con sus respectivos variadores de velocidad. La alimentación del GVA es de tipo Spreader-Stoker, que consiste en una alimentación bagazo y aire, a través de un ventilador esparcidor.
- **Parrilla basculante.-** Asegura la quema del restante de bagazo que no combustiona en suspensión. La parrilla esta dividida en seis secciones que son aperturadas secuencialmente cada 10 minutos por unos pistones neumáticos. Este tipo de parrillas muestran mucha eficiencia en remoción de cenizas y arena.
- **Haz de convección.-** Constituido por tubos verticales doblados, mandrilados al domo de vapor y al domo de agua. El flujo de gases a través del haz de convección es de tipo cruzado en un único pase y cuenta con dos sopladores de hollín a vapor, que son necesarios para la limpieza de las superficies de intercambio térmico.
- **Sobrecalentador.-** Son de tipo convectivo no drenable. Con una válvula de seguridad en el cabezal colector de sobrecalentado con presión de disparo de 33 Kg./cm<sup>2</sup> y una válvula de globo antiretorno de Ø12” en la salida del cabezal.

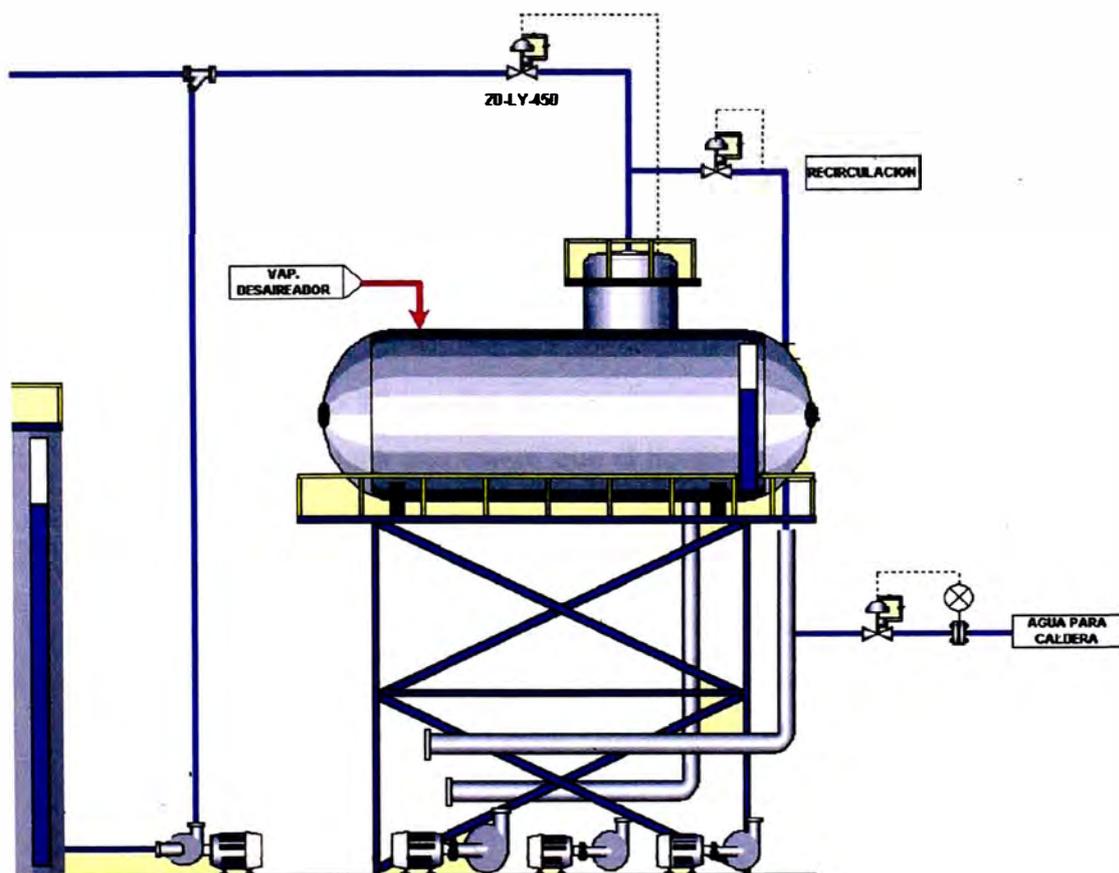
Figura 2. Haz de convección y sobrecalentador



- **Ventilador de aire primario o de tiro forzado.-** Este ventilador proporciona aire con baja presión (250 mm. c.a.) pero con gran caudal (180 Kg./h) hacia el hogar del GVA y es el responsable del abastecimiento de suficiente aire para una buena combustión. Este es accionado por un motor de 250 HP y controlado por un variador de velocidad.
- **Ventilador de aire secundario.-** Este ventilador proporciona aire con una presión de 450 mm. c.a. con bajo caudal (78 kg./h) y tiene la función de esparcir bagazo cuando entra al hogar de tal modo que el bagazo se queme totalmente en suspensión. Es accionado por un motor de 175 HP y controlado por un variador de velocidad.

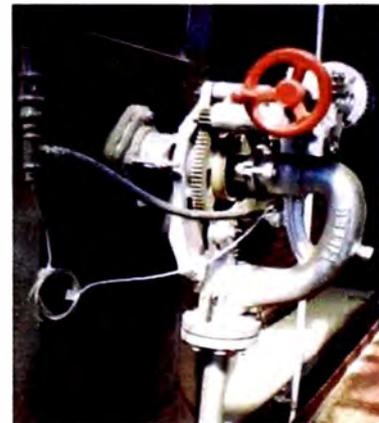
- **Ventiladores de tiro inducido.-** Se encargan de extraer los gases de combustión del horno del GVA manteniendo siempre una presión negativa en ella. Estos dos ventiladores son accionados por motores de 350Hp que también son controlados por variadores de velocidad.
- **Ventilador dosificador de bagazo o neumático.-** Permite el ingreso del bagazo al hogar en forma continua, facilitando así una distribución uniforme del bagazo en toda la sección del hogar con lo que se logra una mayor quema de bagazo en suspensión.
- **Desaireador.-** En este equipo se mezcla el agua de alimentación del GVA con el vapor de escape de la turbobomba (15 PSI.) y se añade un producto químico (Nalco 19), con esto se logra eliminar el oxígeno disuelto en el agua que es perjudicial para las tuberías del GVA. Adicionalmente, en el Desaireador se eleva la temperatura del agua de alimentación y consecuentemente se logra un menor consumo de bagazo mejorando así la eficiencia del Generador.

Figura 3. El desaireador



- **Economizadores.-** Los Economizadores permiten que el agua de alimentación que ingresa al GVA alcance casi el punto de ebullición a la presión en que se esta trabajando. Son de tipo tubos lisos y aprovechan los gases de salida del horno en contracorriente con el agua de alimentación, con ello se consigue elevar el rendimiento del GVA. Son tres economizadores, teniéndose la posibilidad de by pasear el primero de ellos.
- **Precalentadores de aire.-** Permiten que el aire proveniente de los ventiladores primario y secundario que ingresa al hogar, para la combustión del bagazo, alcance las temperaturas recomendadas para una combustión eficiente. Son dos Precalentadores de aire de tipo tubular - vertical, con flujo cruzado, gas interno y aire externo a los tubos.
- **Sopladores de hollín.-** Estos sopladores son unos dispositivos ubicados en puntos estratégicos del GVA que inyectan vapor a una presión de 9 PSI. para evitar la permanencia de hollín entre los tubos del haz del sobrecalentador, haz de convección, y en los economizadores. Con esto se logra mejorar la eficiencia de intercambio de calor. El accionamiento de los sopladores de hollín y la apertura de las válvulas tanto de bloqueo como de drenaje es totalmente automático y secuencial.
- **Lavador de gases.-** El lavador de gases es una caja metálica que cuenta con unos inyectores de agua que evitan que el hollín fino contenido en lo gases de combustión fugue por la chimenea hacia el medio ambiente, obteniéndose de este modo gases de salida más limpios. Sin embargo este sistema tiene que estar bien controlado, no se debe descender demasiado la temperatura de los gases de combustión ya que si estos gases alcanzan su punto de roció antes de ser expulsados a la atmósfera pueden causar corrosión en los ductos de salida y chimenea.

Figura 4.  
Soplador de hollín



- **Sistema de recuperación de agua.-** Las Parrillas del hogar, el domo inferior, los Precalentadores de aire y el lavador de gases cuentan con tolvas donde se acumula el hollín que es evacuado mediante la inyección de agua. Esta agua con cenizas es llevada hacia un sistema de decantación y filtración donde se recupera el agua que es rehusado en los inyectores de los lavadores de gases y en las tolvas en mención para evacuar nuevamente las cenizas.
- **Sistema de purgas.-** El GVA cuenta con dos tipos de purgas principales, una purga continua en el domo superior cuyo caudal es controlado de acuerdo a la conductividad del agua de salida por esta purga (concentración de sales disueltos) y una purga intermitente en el domo inferior que debe ser abierta por lo menos una vez cada 24 horas para reducir la acumulación de lodos.
- **Planta de tratamiento de agua de alimentación.-** El agua de alimentación del GVA, no debe causar incrustaciones o corrosión en los domos o haz de tubos del GVA que debe de producir un vapor libre de contaminantes. La mejor y principal fuente de agua capaz de satisfacer estas necesidades es el agua de condensado del propio vapor generado. Cuando la cantidad de condensado no es suficiente, debido a las pérdidas, es necesario complementar con agua de poza que pasa por un tratamiento de Osmosis Inversa y que es almacenada en un tanque de 540 m<sup>3</sup>.
- **Sistema de control.-** Es uno de los sistemas más importantes del GVA pues permite operarlo en forma segura y uniforme. Es vital para obtener una producción eficiente, generándo vapor a la presión y temperatura requerida, cumpliendo con los requisitos medioambientales respecto a la emisión de gases de combustión.

### 2.2.3. Funcionamiento simplificado

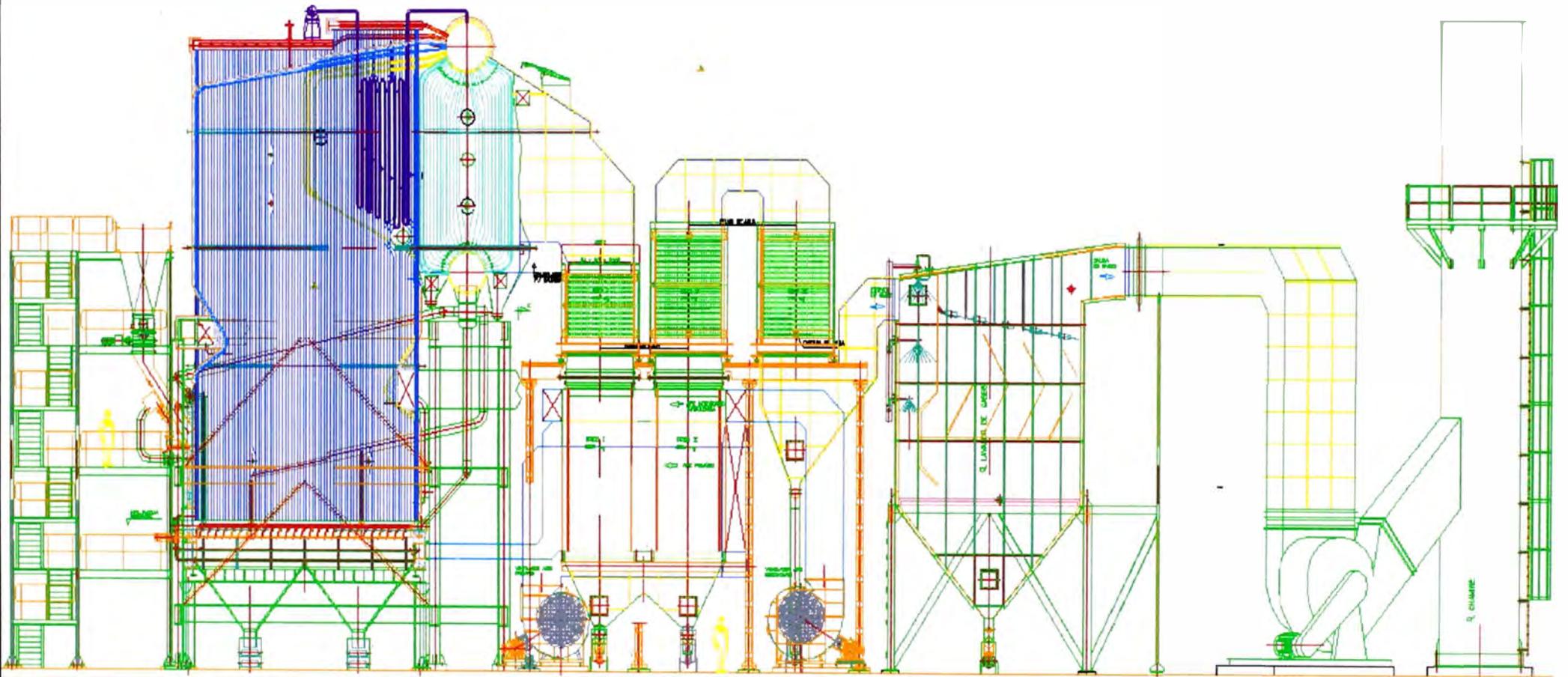
Básicamente, este GVA está compuesto de un domo superior y un domo inferior, ligados por un haz de tubos. En el domo superior se genera vapor saturado, controlándose siempre que el nivel de agua se mantenga en un 50% a diferencia del domo inferior que trabaja totalmente lleno de agua. La evaporación del agua que está dentro de los tubos de las paredes de agua ocurre por la absorción de calor de los gases existentes en la cámara de combustión y a medida que se genere vapor se va adicionando agua proviene del desaireador que es bombeada por una turbobomba de 150 m<sup>3</sup>/h, o por dos motobombas de 75 m<sup>3</sup>/h, hacia los economizadores donde ganan calor para luego ingresar al domo superior a través de un tubo distribuidor.

El agua que ingresa, relativamente fría, se dirige hacia abajo y el agua caliente sube por diferencia de densidades. El vapor que se genera en las paredes de agua y en el domo superior pasa a través de unos filtros ciclónicos que evitan que pase agua hacia los sobrecalentadores ubicados en la región final de combustión, donde se obtiene vapor sobrecalentado. La cámara de combustión está aislada por paredes de refractarios y planchas de aislamiento térmico de 4 Pulg. de espesor para evitar pérdidas de calor con el ambiente.

El nivel del domo superior es el principal parámetro a controlar, tanto el nivel alto como el nivel bajo son dañinos para el GVA; un nivel alto producirá arrastre de agua al vapor y un nivel bajo podrá dejar los tubos sin agua, llevándolos a desmandrilarse o fusionarse. La presión del vapor también debe ser mantenida en un rango de variación estrecho, pues este vapor es usado en las turbinas de trapiche y en el Turbogenerador de planta de fuerza que deben operar en forma estable. La presión es controlada, variándose la cantidad de bagazo y aire, a mayor alimentación de combustible mayor generación de calor y evaporación.

Este GVA fue proyectado para trabajar con tiro forzado y con una presión ligeramente negativa en la cámara de combustión (-5 mm. c.a.). El control de tiro debe tener un rango estrecho de variación, siendo una de las principales funciones de este control mantener la combustión en el punto establecido por el fabricante.

Figura 5. Generator de vapor CBS 120 Ton/h



## **CAPITULO III**

### **TECNOLOGÍA EMPLEADA EN EL SISTEMA DE SUPERVISION Y CONTROL**

#### **3.1. Descripción**

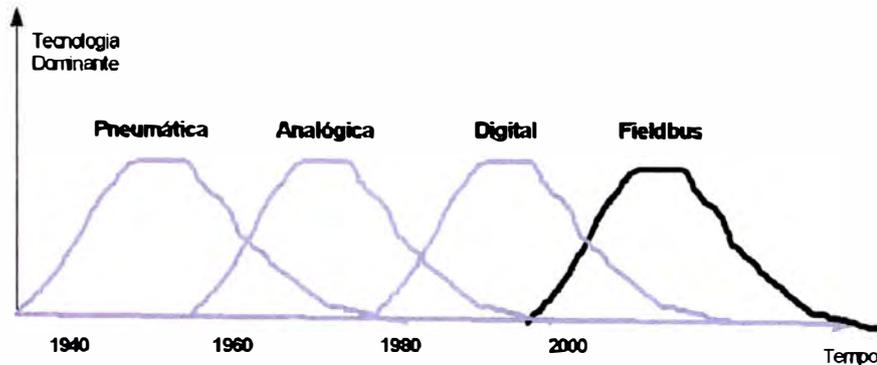
La tecnología empleada en el sistema de supervisión y control del generador de vapor es Foundation Fieldbus (FF) que es un Sistema de Control de Campo (Field Control System - FCS) que ofrece comunicación digital bidireccional y multi-drop entre el sistema de supervisión de la planta y los dispositivos de campo. Por tanto, Fieldbus es esencialmente una red de Área Local (Local Area Network - LAN) de dispositivos de campo.

Foundation Fieldbus (FF) es una asociación de más de 140 miembros, que agrupan el 90% de la provisión mundial de instrumentos y sistemas de control y reúne tanto a fabricantes como usuarios finales, universidades, entes de regulación, etc.

Los Sistemas de Control de Campo (FCS) y Fieldbus son la mayor transición en la evolución de nuevas tecnologías y sistemas de automatización, pero aún tendrá que pasar un lapso de tiempo antes de que todo tipo de dispositivo este disponible en Foundation

Fieldbus (FF), hasta entonces los sistemas tienen que ser híbridos capaces de aceptar señales convencionales y señales Fieldbus.

Figura 6. Evolución tecnológica



El uso de servidores OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control (OPC), es una forma de integrar los sistemas Fieldbus con otros sistemas. Por defecto los sistemas Fieldbus ya vienen con un servidor OPC con el cual se puede acceder a la información de servidores de los diferentes sistemas tradicionales como los Sistemas de Control Distribuido (DCS). El software puente OPC lee un parámetro en un servidor y lo escribe en otro servidor, este proceso evita cargar el controlador innecesariamente. OPC trabaja entre softwares de aplicación en una estación de trabajo, pero también entre computadoras en TCP/IP sobre Ethernet, donde es necesario para consolidar la información cuando más de un protocolo es usado.

### 3.2. High Speed Ethernet (HSE)

HSE, que es un bus de alta velocidad basada en la tecnología Ethernet de 100Mbps/1Gbps, tanto por par trenzado como por fibra óptica. Fue desarrollado desde 1998 por Foundation Fieldbus (FF) como una respuesta directa a las necesidades expresadas por los usuarios finales.

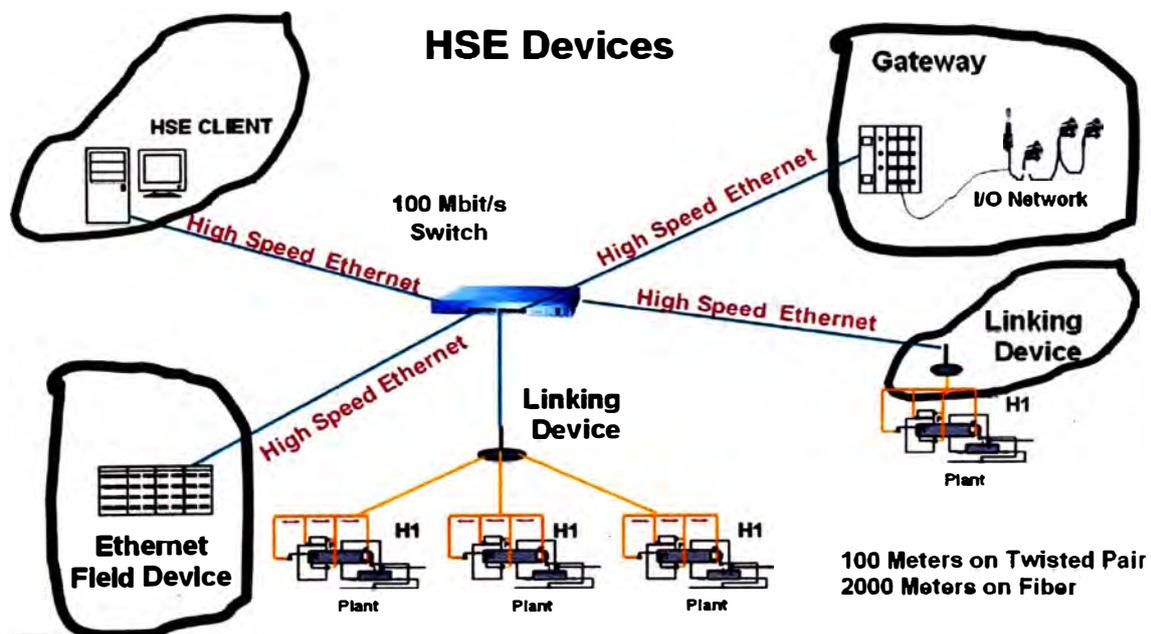
*Fieldbus H1* se utiliza a nivel de campo para interconectar transmisores, posicionadores, etc., mientras que *Fieldbus HSE* se emplea en un nivel superior, conectando los segmentos H1 y otros dispositivos de alta velocidad con las estaciones de trabajo. Cada uno tiene propiedades diferentes que lo hacen adecuado para su campo.

Fieldbus HSE no esta pensado para sustituir a Fieldbus H1, sino para ser utilizado en combinación con este. Dado que las tecnologías a nivel de campo y a nivel de control forman parte de una misma familia de protocolos se consigue una gran integración, considerándose que H1 y HSE son esencialmente los mismos protocolos viajando por medios diferentes.

En función de su finalidad, se definen cuatro tipos de dispositivos HSE:

- **Linking device (LD).**- Provee acceso a dispositivos H1, también realiza puentes (bridging) a nivel H1 entre las redes H1 conectadas al mismo dispositivo, incluso a través de la red HSE hasta otros Linking device, u otros dispositivos HSE.
- **Gateway device (GD).**- Da conectividad a otras redes “no-FF”. Los servicios ofrecidos dependerán de las capacidades de la red en cuestión.
- **Host device (HD).**- Es un dispositivo no HSE que puede comunicarse con dispositivos HSE, como la estación de trabajo de un operador, o un servidor OPC.
- **Ethernet device (ED).**- Es el equivalente a un dispositivo de campo H1, pero con una conexión directa a red HSE.

Figura 7. Dispositivo HSE



### 3.3. Beneficios, ahorros y dudas en un Sistema de Control de Campo (FCS)

- **Reducción de hardware y cableado.-** En un FCS nos olvidamos de los I/O remotos necesarios para llevar la señal de campo al controlador. Para hacer esta tarea solo necesitamos un bridge ya que el control PID se encuentra en los equipos de campo. Se utiliza menos hardware que un sistema tradicional por lo que se reduce el número y el tamaño de los paneles que se necesitan para la instalación, esto redundando en la reducción del cableado.
- **Comunicación digital y bidireccional.-** El beneficio más importante de la comunicación digital es que virtualmente se puede tener acceso a un ilimitado número de parámetros a través de un dispositivo. En un FCS la comunicación es puramente digital por lo que los lazos de control evitan la conversión de A/D en dos fases.

Comunicación bidireccional quiere decir que los equipos de campo tienen la capacidad de enviar señal (control) y recibir señal (monitoreo) al mismo tiempo.

- **Lenguaje de programación.-** FF usa un lenguaje de programación gráfico con función "Block diagram". Las estrategias de control son hechas seleccionando bloques de funciones y uniéndolos entre ellos para procesar y manipular variables que pueden ser pasadas de un bloque a otro. El beneficio funcional es un sin número de funciones adecuadas con un mínimo de ingeniería y con la ventaja de que la ejecución del control está sincronizada con la comunicación, inclusive entre partes hechas por diferentes fabricantes. Esto es posible ya que el protocolo de comunicaciones y el lenguaje de programación están definidos en una misma especificación.
- **Manejo del control discreto I/O.-** Fieldbus fue desarrollado específicamente para atender las demandas de los procesos industriales, que principalmente requieren mediciones análogas y control a la modulación. Aun así, como los sensores y actuadores son una parte integral de casi todos los controladores estratégicos, su funcionalidad fue construida desde el comienzo. Los protocolos de nivel de campo están basados en H1 a 31,25 Kbps. del Standard IEC 61158-2 que es muy lento

para una gran cantidad de simples I/O discretos, sin embargo una “Network” puede soportar alrededor de una docena de I/O sin problemas.

Algunas válvulas ON/OFF y pequeños módulos I/O discretos para esta tecnología ya están disponibles en el mercado.

- **Administrador activo y diagnóstico.-** La tecnología Fieldbus es más que solo la transmisión de los procesos I/O, adicionalmente la información por el bus incluye configuración de download, operaciones remotas y ajustes, e incluso funciones de “Asset management” como diagnóstico y calibración de la información. El diagnóstico detallado es quizá la información más importante a la que se puede acceder en un dispositivo. Las rutinas de auto-diagnóstico chequean el buen funcionamiento del dispositivo y comunican al resto del sistema si la información que reciben del dispositivo es confiable o no.
- **Precisión.-** Un posicionador inteligente debe de tener un convertidor A/D que permita que este microprocesador acepte la señal analógica. Esta conversión lleva consigo un error llamado “Quantization error”. Una red digital evita la necesidad de esa conversión, lo que resulta en un aumento de precisión.
- **Menor mantenimiento.-** La eliminación de tarjetas intermedias de 4-20mA significa que no hay necesidad de chequear o calibrar las tarjetas I/O, ni salidas de transmisores de corriente ni entradas de posicionadores.
- Es típico ver en las pantallas de supervisión y operación el problema tan pronto como el diagnosticador del dispositivo detecta la falla. Muchas de estas fallas pueden ser resueltas en modo remoto con simples cambios en la configuración. Adicionalmente el record de la última calibración es guardada en cada dispositivo donde puede ser revisado por los operadores con facilidad.
- **Estadísticas operacionales.-** Mejor que saber los problemas que ocurren, es poder preverlos. La mayoría de los dispositivos de Fieldbus miden el ambiente y la temperatura, lo que puede ser usado para determinar si el dispositivo está operando dentro de sus límites

- **Interoperabilidad.-** Nos permite comprar equipos a diferentes proveedores sin la necesidad de utilizar drivers de conexión, pues Fieldbus es un sistema abierto al cual la mayoría de los fabricantes están apuntando. Además un software certificado por FF es capaz de configurar cualquier dispositivo certificado por FF.
- **Funciones descentralizadas.-** Dispositivos basados en tecnología Fieldbus sirven para mucho más que simples funciones de entrada y salida. Un transmisor no solo da una medida, sino también la compensación asociada y la totalización.
- **Plug and play.-** El protocolo de comunicación reduce el trabajo, elimina errores humanos de dirección, e indica instantáneamente si el dispositivo esta conectado apropiadamente.
- **¿Qué sucede si un cable se rompe?.-** Una red a nivel de campo (field level network) interconecta típicamente 12 o un máximo 16 instrumentos de campo, con un solo par de cables. Los cables son componentes pasivos y difíciles de romperse, sin embargo si este se daña o rompe se pierde la interconexión entre esos 16 dispositivos. El mayor riesgo es durante el mantenimiento, donde puede ser accidentalmente roto o sufrir un corto circuito. Aun así el daño causado a la planta sería mucho menor comparado al causado por la falla de un modulo I/O.
- **¿Qué sucede si los dispositivos de control fallan?. -** Lo mismo de lo que sucede con los sistemas convencionales de hoy. Si no hay un posicionador el proceso no puede ser controlado manualmente, la válvula se colocará en su posición de falla - segura. Si el posicionador no opera, tener un controlador no hace la más mínima diferencia.

### 3.4. Identificación y cuantificación de los dispositivos a emplear

Para determinar la cantidad de dispositivos a usar (sensores, transmisores, controladores, etc.), inicialmente se identificaron todos los lazos de control a implementar así como todas las variables que necesitamos monitorear.

Tabla 2. Principales dispositivos a emplear

<b>Control de nivel del domo superior</b>	
(04) LD302D – Transmisor de presión diferencial	(01) TT302 - Transmisor de temperatura
(04) SWVY3 - Válvula Manifold de tres vías	(01) TC - Termocupla
(01) Water Flow orifice plate	(01) FY302 - Posicionador de válvula
(01) Steam flow Nozzle – Medidor de flujo de vapor	(01) BFY-237 - Soporte para FY
<b>Control de combustión - presión de vapor</b>	<b>Control de tiro - presión de hogar</b>
(01) LD302M – Transmisor de Presión Gage	(01) LD302M – Transmisor de Presión Gage
(01) SWVF 2 - Válvula Manifold de dos vías	(01) SWVF 2 - Válvula Manifold de dos vías
(03) FI302 – Convertidor Fieldbus a corriente	(01) FI302 – Convertidor Fieldbus a corriente
(08) IS400P Signal distributor and isolator	(02) IS400P Signal distributor and isolator
<b>Control de nivel del desaireador</b>	<b>Control de presión de agua de alivio</b>
(01) LD302D – Transmisor de presión diferencial	(01) LD302M – Transmisor de Presión Gage
(01) SWVY3 - Válvula Manifold de tres vías	(01) SWVF 2 - Válvula Manifold de tres vías
(01) FY302 - Posicionador de válvula	(01) FY302 - Posicionador de válvula
(01) BFY-237 - Soporte para FY	(01) BFY-237 - Soporte para FY
<b>Control de flujo mínimo - venteo</b>	<b>Control de agua de lavador de gases</b>
(01) TT302 - Transmisor de temperatura	(01) LD302D – Transmisor de presión diferencial
(01) TC - Termocupla	(01) SWVY3 - Válvula Manifold de tres vías
(01) FY302 - Posicionador de válvula	(01) FY302 - Posicionador de válvula
(01) BFY-237 - Soporte para FY	(01) BFY-237 - Soporte para FY
<b>Variables adicionales para monitoreo</b>	
(12) LD302M – Transmisor de Presión Gage	(17) RTD – Termoresistencias (PT100)
(12) SWVF 2 - Válvula Manifold de dos vías	(01) TC - Termocuplas
(18) TT302 – Transmisor de temperatura	

### 3.5. Características del cableado en Fieldbus

#### 3.5.1. Selección del cable

- Entre los tipos de cables usados en redes Fieldbus tenemos:

Tabla 3. Tipos de cables para Fieldbus

Tipo de cable			Velocidad	Tamaño - Long.	
<b>A</b>	Par trenzado	Mallado	H1 31.25 Kbps	18 AWG	1900 m.
			H2 1 Mbps	22 AWG	750 m.
			H2 2 Mbps	22 AWG	500 m.
<b>B</b>	Multi - par trenzado	Mallado	H1 31.25 Kbps	22 AWG	1200 m.
<b>C</b>	Simple o Multi-par trenzado	Con o sin malla	H1 31.25 Kbps	26 AWG	400 m.

- Las longitudes mostradas en el cuadro pueden aumentar usándose hasta cuatro repetidores de señal como máximo.
- Para los pares no trenzados la longitud máxima es muy corta (200 m), incluso para los que están blindados y tiene buena sección.
- La longitud total máxima incluye los buses y sus derivaciones.

Para la red implementada se seleccionó el cable Tipo A, que es el recomendado para un performance óptimo. No ha sido necesario el uso de repetidores ya que las longitudes para cada uno de los siete canales no sobrepasan la longitud máxima permitida.

#### 3.5.2. Alimentación de los dispositivos

Los dispositivos de campo pueden tomar la alimentación directa desde el mismo bus de comunicación, sin embargo también pueden ser alimentados de una fuente diferente y usar el bus solo para comunicarse. Para la alimentación de dispositivos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- 32 dispositivos por bus, con alimentación separada
- 12 dispositivos alimentados por el bus, mas una interfase
- Pueden colocarse más o menos dispositivos dependiendo del consumo, el tipo y la longitud del cable.

Para nuestro caso no ha sido necesario añadir una fuente adicional ya que los consumos y longitudes están por debajo de los límites máximos.

### 3.5.3. Instalación eléctrica

- Los cables de señal deben ser conducidos en bandejas/ductos eléctricos separados de cables de potencia con altas tensiones.
- Para la instalación del controlador, en el panel de control son hechos dos aterramientos, uno analógico y otro de carcasa, separados uno del otro.
- Las redes de cables de los equipos de campo son conectados en el interior del panel en la barra de tierra analógica y la otra extremidad en el lado de los equipos de campo es aislada.

### 3.6. Topología de red y dispositivos HSE

Las posibles topologías para implementar una red Fieldbus dependen de cómo están instalados los equipos en el campo y de la longitud máxima que podemos cablear. En es caso, los niveles de red implementados son **Red Fieldbus HSE** para el LC700, el sistema de supervisión (PC's), y los DFI302 (Linnking device) y **Red Fieldbus H1** (híbrido) para los transmisores, controladores, válvulas, actuadores y variadores de velocidad.

Figura 8. Red implementada

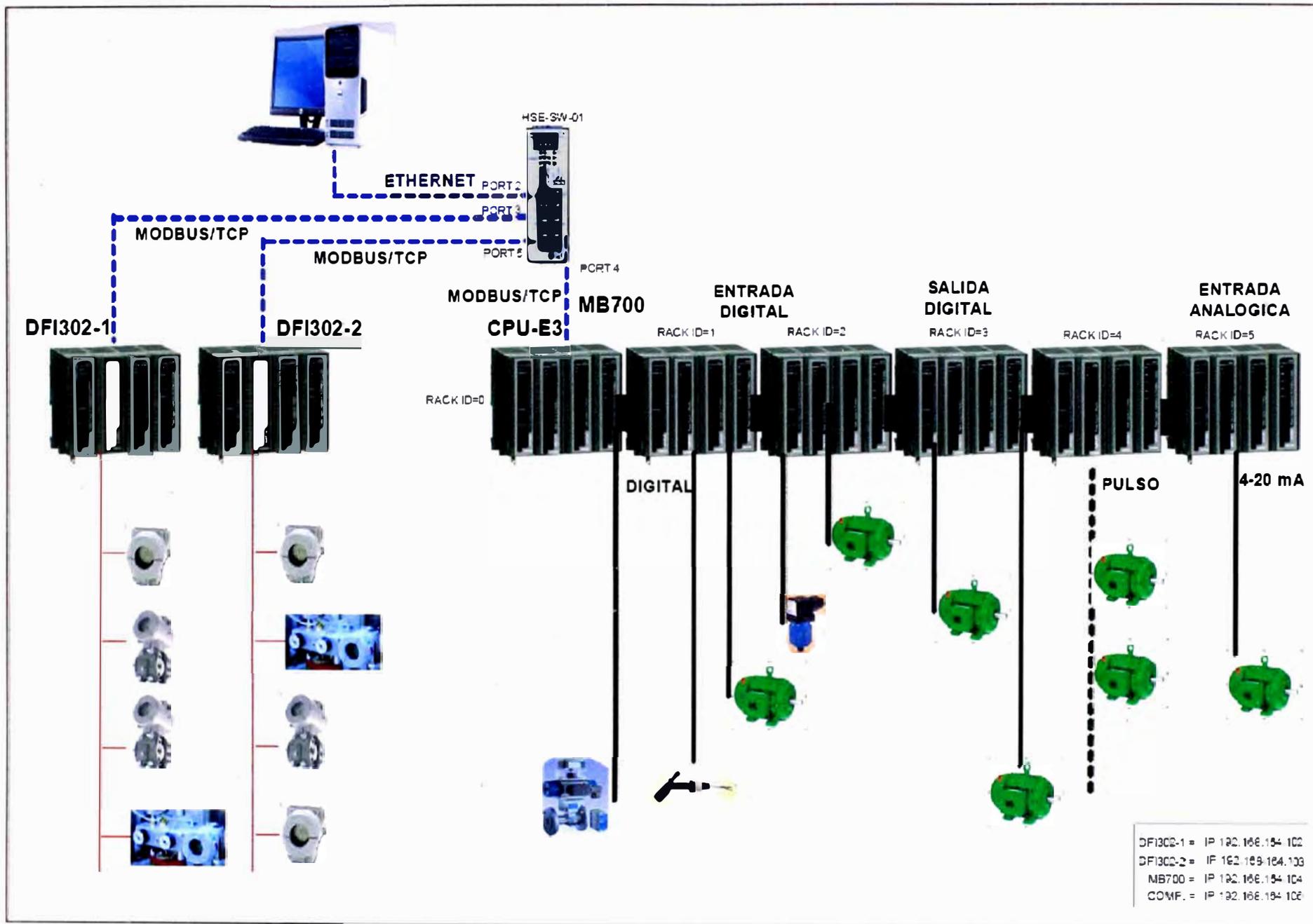


Figura 9. Bus con derivaciones (bus with spurs)

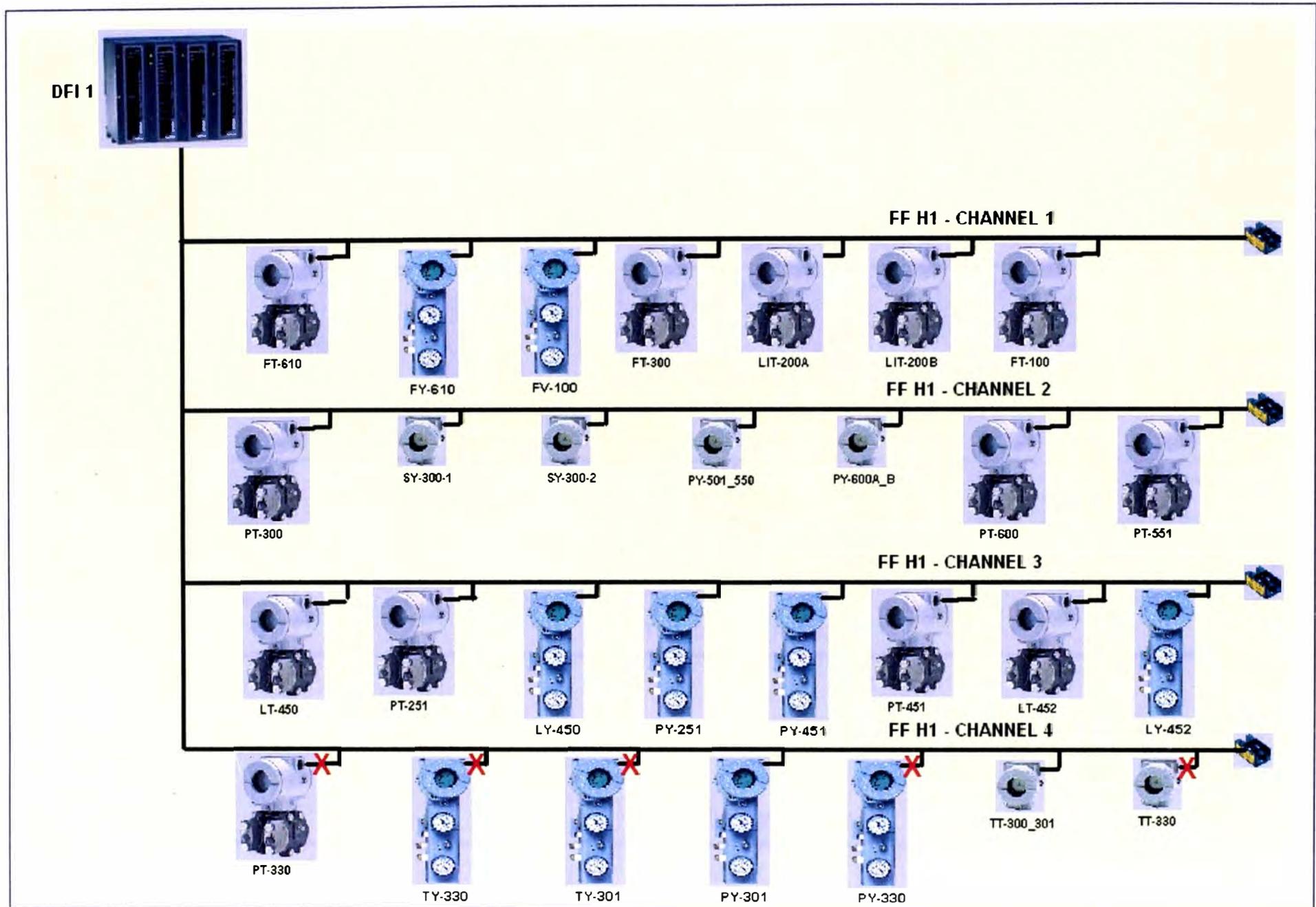
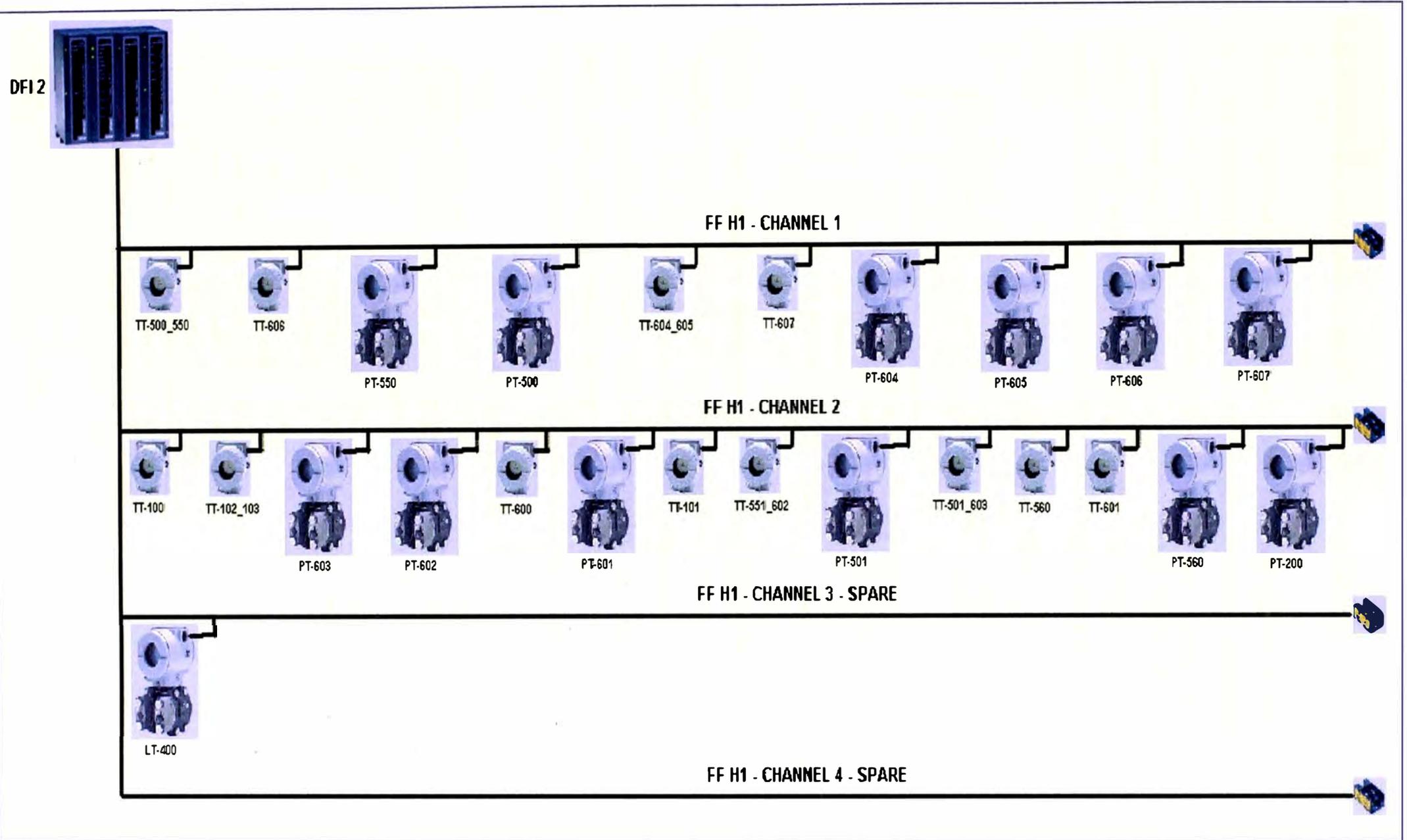


Figura 10. Bus con derivaciones (bus with spurs)



Para la implementación de esta red se consideran los siguientes dispositivos:

- **DFI302 - Fieldbus universal bridge.-** Es un elemento clave de interfase en un FCS, combina poderosos recursos de comunicación, con acceso directo a entradas y salidas de control avanzado para aplicaciones continuas y discretas. Con un concepto modular, este dispositivo funciona como bridge H1-H1, H1-HSE o H1-HSE-H1 administrando la comunicación de cada canal Fieldbus. En nuestra red tenemos dos DFI302 con sus respectivos componentes indicados en la Tabla 4.

Tabla 4. Componentes del DFI302

Cant.	Modulo	Descripción
01	DF50	BackPlane Power Supply
01	DF51	DFI302 Processor
01	DF52	Fieldbus Power Supply – 90 – 264 VAC
01	DF53	Fieldbus Power Supply Impedance – 4 channels
01	DF1	Four slots rack
01	DF2	Terminator for the Last Rack

- **LC700 - Programmable controller.-** Es un controlador híbrido que tiene la capacidad lógica y velocidad de un PLC tradicional. Posee las características regulares y potencia de un DCS, con una robusta plataforma de hardware y una amplia variedad de módulos I/O convencionales, así como módulos de comunicación para Foundation Fieldbus (FF), Profibus, DeviceNet y Modbus. En la red implementada se considero un LC700 con los siguientes componentes:

Tabla 5. Componentes del LC700

Cant.	Modulo	Descripción
01	CPU -700 E3	LC700 module – 3 Channels
02	PS-AC-R	LC700 Power Supply module Input 90 – 264VAC
01	MB700	ModBus Processor
08	M-013	Module LC700 – 2 Groups of 8 220 VAC Inputs (Isolated)
04	M-123	Module LC700 – 2 Groups of 8 NO relay Outputs (Double level of Isolation W/RC)
01	M-303	Module LC700 – 2 Groups of 8 channels High Frecuency - 0 to 10 KHz 20 VDC
05	M-401 DR	Module LC700 – 8 voltage /current differential analog Input
02	M-000	Box used in empty slots in the rack
06	R-700-4	Slot Rack (4 Slots per rack)
05	FC-700-0	Flat cable to connect two Racks
01	T-700	Terminator for LC700
03	PS302P	Power supply for I/O modules

- **JM1 - Junction box para Fieldbus.-** El JM1 es una caja de conexión especialmente diseñada para conexiones Fieldbus que hace que el cableado sea considerablemente más fácil. Previene corto circuitos en todo el bus durante el mantenimiento y permite desconectar un dispositivo sin interrumpir la red. En la red implementada se usaron un aproximado de sesenta (60) Junction box

Figura 11.  
Junction box



- **BT302 Bus terminator.-** Es un dispositivo que se instala al final de cada canal de la red Fieldbus. Su función es prevenir retorno de señal y ruido en la red. Debido a su pequeño tamaño y forma particular BT302 puede ser montado fácilmente en un Junction box. Es totalmente hermético, eliminando el impacto de la humedad y otros factores ambientales. En la red implementada contamos con siete BT302 instalados, uno para cada canal Fieldbus
- **Estación de trabajo.-** La supervisión y operación del GVA se realiza mediante dos PC's en la que se muestran todas las variables y parámetros a controlar. Desde estas PC's podemos configurar cada uno de los dispositivos de campo, los DFI302 y el LC700. En estas PC's se encuentran instalados los siguientes softwares que forman parte del SYSTEM302:

Tabla 6. Software de la estación de trabajo

Software	Descripción
SYSCOM	Configura y administra el Hardware, las estrategias de control, interfaces de operación y la comunicación en la red.
Smar OLE Server	Permite que cualquier Interfase Human Machin (HMI) pueda acceder a datos Fieldbus usando interfase estándar OLE for process control (OPC).
Tag List Generator V8 OPC 2.0 Server V.8.55	Es un cliente OPC desarrollado para validar configuraciones Fieldbus. Monitorea los Function Blocks y sus parámetros, muestra las variables del proceso en tiempo real y estadísticamente.
FB Tools	Es una aplicación especialmente diseñada para actualizar el Firmware de cualquier equipo Smar Fieldbus (Dispositivos de campo, procesadores DFI302, etc.).
CONF700	Es un software dedicado para la programación del LC700. Con lógica Ladder o bloque de función .
ProcessView	Incluye todas la aplicaciones que el operador necesita para la visualización, operación, alarmas, análisis de tendencias, reportes, control y supervisión de todas las variables medidas .

### 3.7. Bloques de función Fieldbus - SMAR

La librería de bloques de función del SYSTEM302 fue diseñada para ser potente y flexible, permitiendo implementar la mayoría de estrategias de control de procesos. SMAR a desarrollado algunos bloques de función de acuerdo a los requerimientos de los clientes, como el Advanced PID, density, OSDL (Output signal Selector and dynamic limiter) y otras más. Cualquiera de estos bloques de función puede ser configurado por cualquier configurador Fieldbus y además pueden ser linkeados por otros bloques de función.

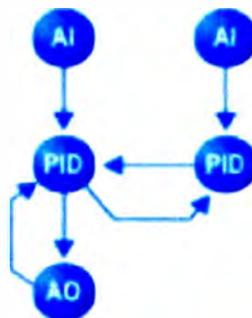
Tabla 7. Bloques de función SMAR más usuales

<b>Control Block</b>	PID control Splitter Set Point Ramp Generator Output selector/Dynamic limiter Step Output PID Manual loader Bias/Gain Control Selector Ratio	PID SPLT SPG OSDL STEP ML BG CS RA
<b>Transducers Resource Blocks</b>	Resource Transducer Block Diagnostic transducer Display transducer Hardware Configuration Transducer Temperatura DF-45 Transducer	RS TRD DIAG DSP HC TEMP
<b>Output Block</b>	Analog Output Discrete Output Múltiple Analog Output – 8 canales Múltiple Discrete Output – 8 canales	AO DO MAO MDO
<b>Calculate Block</b>	Arithmetic Sinal Caracterizar Integrator Analog alarm Input selector Timer Lead Lag Density Constant Flip-Flop and Edge Trigger	ARITH CHAR INTG AALM ISEL TIME LLAG DENS CT FFET

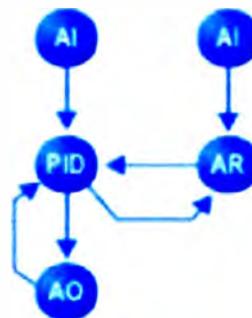
Figura 12. Estrategias de control en base a los bloques de función SMAR



Básico



Cascada

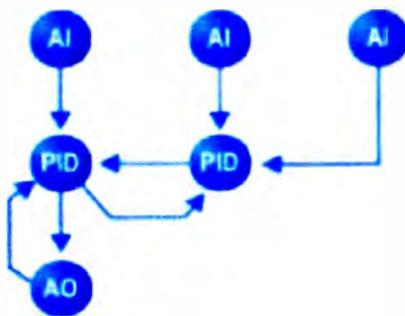


Razón

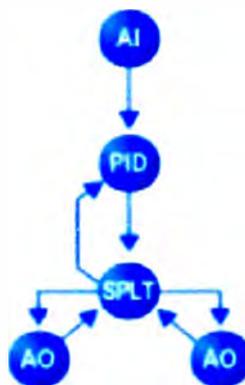
Flujo de  
agua de  
alimentación

Nivel del  
Domo

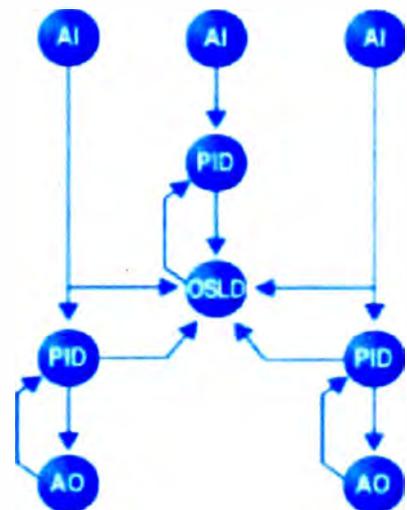
Flujo de  
vapor



Control a tres  
elementos



Control de  
rango partido



Control de combustión  
con doble límite de cruce

## CAPITULO IV

### LAZOS DE CONTROL DEL GENERADOR DE VAPOR

#### **4.1. Control de nivel del domo superior.**

En generadores de vapor de gran porte el nivel es una variable absolutamente crítica, toda vez que el volumen del domo es muy pequeño comparada con el flujo de vapor generado, pequeñas deficiencias en el control de nivel podrían originar problemas operacionales y de seguridad.

Entre las estrategias de control para nivel de un domo tenemos el Control de nivel a un elemento, a dos elementos y a tres elementos.

En la estrategia de *control de nivel a un elemento*, (ver Figura 13.) el transmisor de nivel envía la señal de salida al controlador (LIC); el controlador compara esta señal con el Set point y envía una señal de corrección a la válvula de control, que aumenta o disminuye el flujo de agua que ingresa al domo. Como en este caso se está utilizando un lazo común con realimentación negativa, el nivel será corregido luego de producirse una variación en el nivel.

Las variaciones en el flujo del vapor generado tienen como consecuencia variaciones en el nivel, por lo que en la estrategia de *control de nivel a dos elementos* el flujo de vapor es utilizado para hacer una corrección anticipada de la variación de nivel, con lo que se obtiene un control más eficiente de esta variable.

Figura 13.  
Control de nivel a un elemento

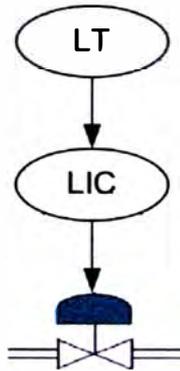
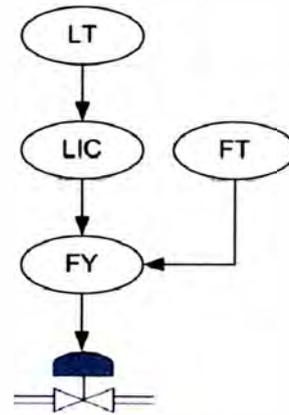


Figura 14.  
Control de nivel a dos elementos



Como se puede ver en la Figura 14. el flujo de vapor hará una corrección anticipada al nivel. La realimentación del sumador (FY) será hecha por el transmisor de flujo de vapor (FT) y por el control de nivel (LIC). El resultado del sumador (FY) será enviada a la válvula de control de nivel.

La salida del sumador (FY), en condiciones de equilibrio, será igual a la señal recibida del transmisor de flujo de vapor (FT). En caso que el nivel salga del punto de ajuste; la salida del LIC variará y, consecuentemente, la salida del sumador será diferente del FT, esto ocurrirá antes de que el sistema salga de las condiciones de equilibrio, o sea, antes de que el nivel cambie el punto de ajuste. La única limitación, es que el agua de alimentación debe tener presión constante, en caso que ocurran variaciones en la presión, el flujo en la válvula se alterara, obligando al sistema de control hacer correcciones continuamente.

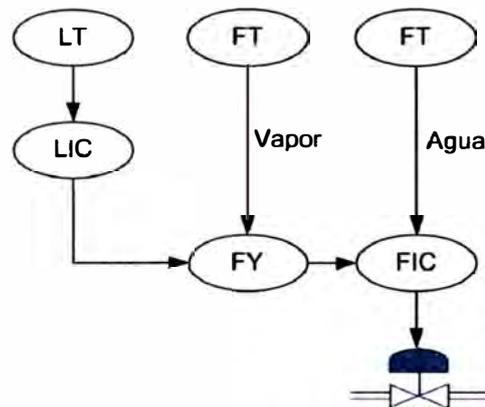
Debido a las limitaciones de estas dos estrategias anteriores, generalmente se opta por emplear la estrategia de *Control de nivel a tres elementos*.

#### 4.1.1. Control de nivel a tres elementos

Consiste en un control en cascada para medir y controlar el flujo de agua que ingresa al domo a través de la válvula de control de alimentación de agua.

El sumador (FY) repite la señal del transmisor de flujo de vapor (FT-Vapor) cuando el nivel esta en el punto de ajuste. En el caso que el nivel salga del punto de ajuste, la salida del LIC variará, consecuentemente, la salida del sumador será diferente de FT-Vapor; esto ocurrirá antes de que el sistema salga de las condiciones de equilibrio, o sea, antes de que el nivel salga del punto de ajuste.

Figura 15. Control de nivel a tres elementos



El controlador de flujo de agua de alimentación (FIC), que tiene como Set point la salida del sumador (FY), compara esta señal con la señal recibida del transmisor de flujo de agua (FT-Agua) y actúa en la válvula de control de alimentación de agua.

En este lazo, tenemos una corrección anticipada del nivel, en función del flujo de vapor. En caso que el flujo de agua de alimentación varíe por una fluctuación en la presión, el controlador de flujo (FIC) hará la corrección antes que esta variación influya en el nivel.

En esta estrategia de control, se usan dos controladores y un sumador, con esto se consigue mejores resultados que con las otras estrategias de control, y con la ventaja adicional de tener un control sobre el flujo de agua.

El Control de nivel a tres elementos que fue implementado tiene las siguientes características:

- Para el control de flujo de vapor, el operador puede seleccionar entre el valor de flujo compensado o no compensado.
- Existe totalización del caudal de vapor generado y del caudal de agua consumida.
- La medición de nivel se da por dos transmisores y la selección del transmisor de nivel a usar es hecha por el operador en la pantalla de operación.
- Nivel muy bajo en el transmisor de nivel seleccionado accionara el TRIP del GVA y en tal situación, el PID de control de caudal de agua será trabado y la válvula de agua será colocada en posición totalmente abierta.
- El elemento final de control es la válvula automática de alimentación de agua al GVA cuyo funcionamiento tiene que ser verificado abriendo manualmente entre 0%, 50% y 100%.

Tabla 8. Dispositivos empleados en el control de nivel a tres elementos

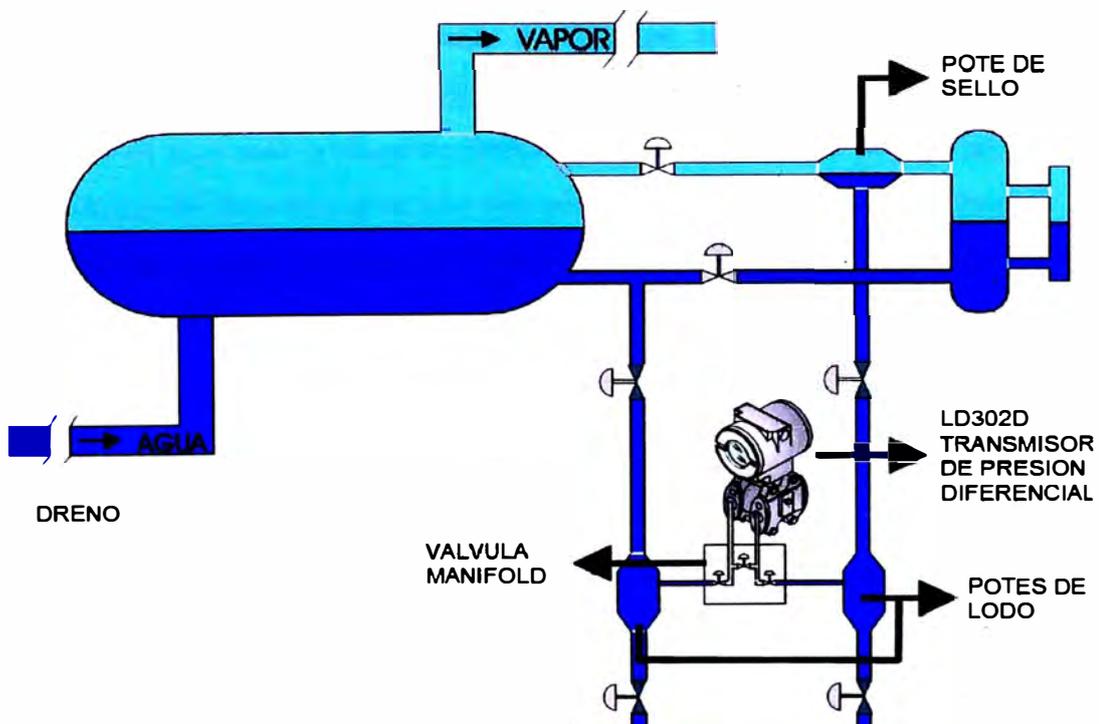
<b>TAG</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rango</b>	<b>Unid.</b>	<b>Modelo</b>
20-FT-100	Transmisor de flujo de agua	0 - 135	Ton/h	LD302-21I-BU11-01/I1/P0
20-FT-300	Transmisor de flujo de vapor	0 - 130	Ton/h	LD302-21I-BU11-01/I1/P0
20-FY-100	Posicionador de válvula	0 - 100	%	FY302-11-053/I1/P0
20-LT-200A	Transmisor de nivel Domo	100	%	LD302-21I-BU11-01/I1/P0
21-LT-200B	Transmisor de nivel Domo	100	%	LD302-21I-BU11-01/I1/P0
20-TT-300_301	Transmisor de temperatura Vapor	0 - 430	°C	TT302-11-0/I1/L3/P0/T4

#### 4.1.2. Instalación de transmisores y dispositivos adicionales

##### A. Instalación de transmisor para medición de nivel del domo.

- El transmisor de nivel es instalado con el lado "H" (high) en la toma inferior del domo, y con el lado "L" (low) en la toma del lado superior.
- Las líneas de conexión tienen potes de lodo en la dos tomas y un pote de sello en la toma del lado superior. No es necesario pote de sello en la toma de baja, debido a existir solo agua. Estos potes son purgados en cada parada del GVA o en función del tratamiento de agua.
- La instalación consta con válvulas de bloqueo para mantenimiento de las líneas de conexión. Estas líneas de conexión deben de tener siempre columnas de agua sin fugas.

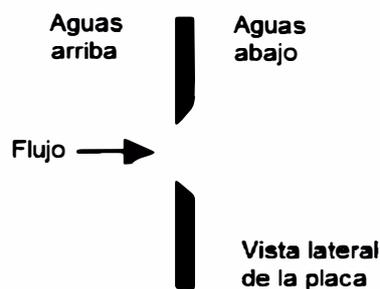
Figura 16. Instalación de transmisor para medición de nivel del domo



## B. Instalación de las placas orificio

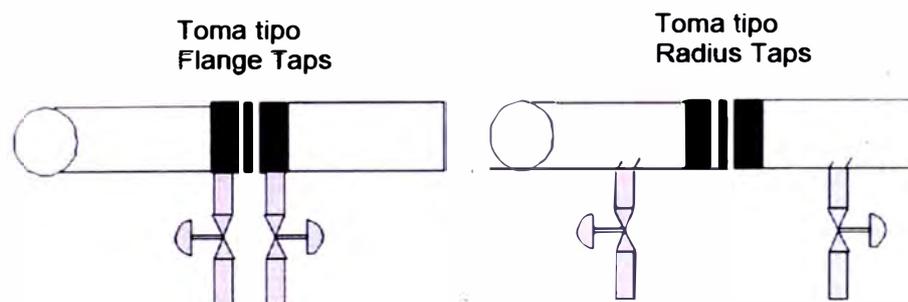
- Las placas orificio son usadas como elementos primarios de medición de flujo de vapor y agua. Son representada por las letras "FE" (flow element).
- En la instalación de la placa orificio, aguas abajo se mantiene un tramo recto de 22 veces el diámetro del tubo, y de 11 veces el diámetro aguas arriba.

Figura 17. Instalación de placas orificio



- El tipo de montaje es llamado de "Flange taps" cuando las tomas de conexión para medición de flujo de agua son ubicadas en las propias bridas, donde es montada la placa de orificio. Cuando las tomas de conexión para medición de flujo de vapor son ubicadas aguas abajo una vez el diámetro de la tubería y aguas arriba a 0,5 veces el diámetro de la tubería, el tipo de montaje es llamado "Radius taps"

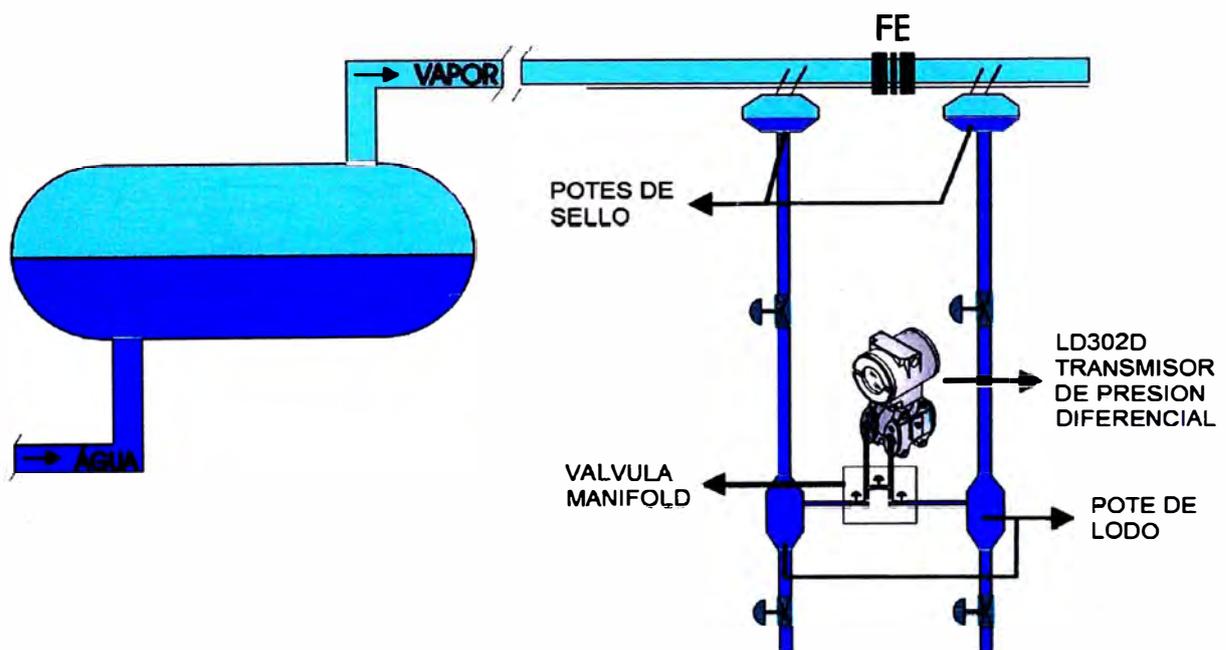
Figura 18. Tipos de montaje de placas orificio



### C. Instalación de transmisor para medición de flujo de vapor

- En esta instalación utilizamos tomas tipo "Radius taps".
- El transmisor de flujo de vapor es instalado con el lado "H" (high) aguas abajo de la placa orificio y en el lado "L" (low) aguas arriba de la placa orificio.
- Ambas líneas de conexión del transmisor tienen potes de lodo y potes de sello
- La instalación consta con válvulas de bloqueo para mantenimiento de las líneas de conexión. Estas líneas de conexión deben de tener siempre columnas de agua sin fugas.

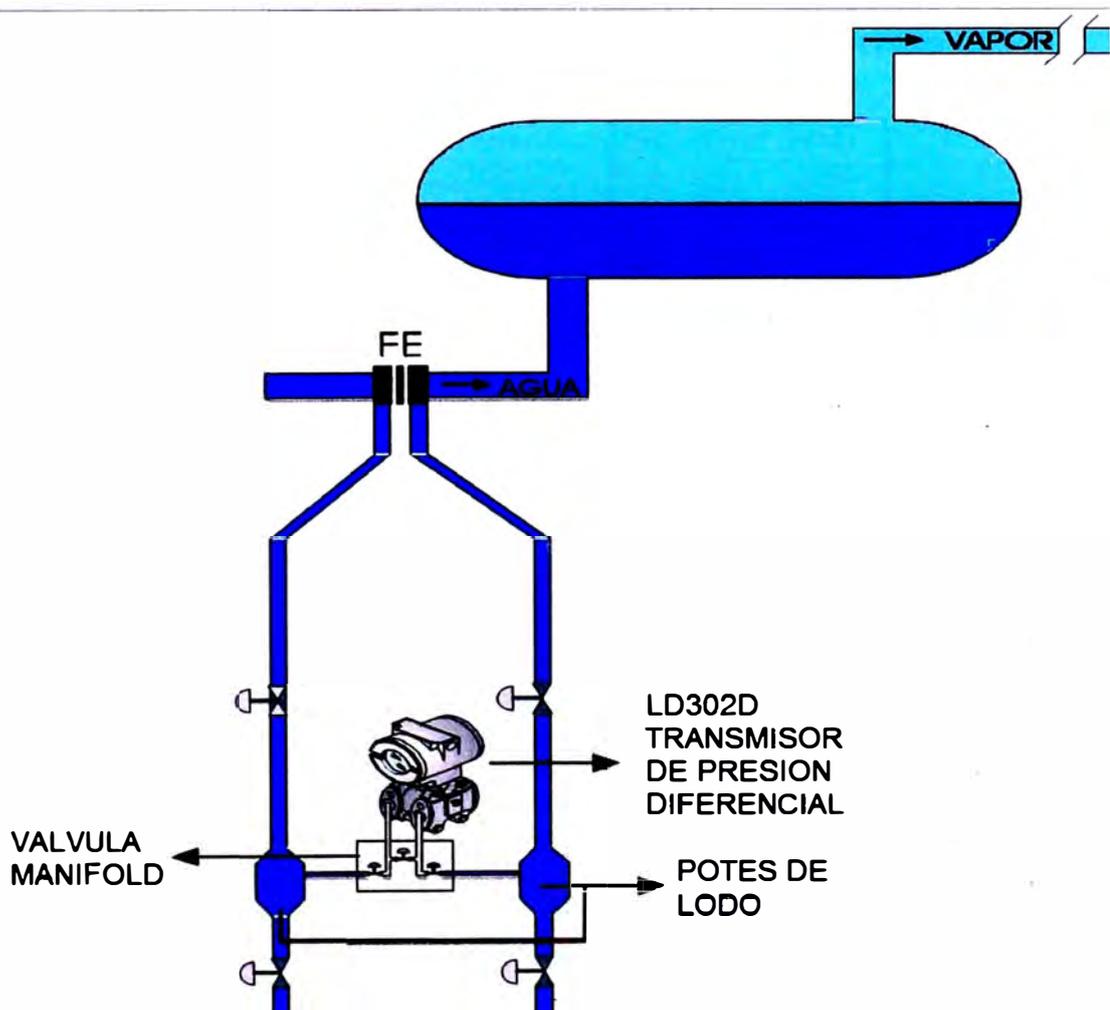
Figura 19. Instalación de transmisor para medición de flujo de vapor



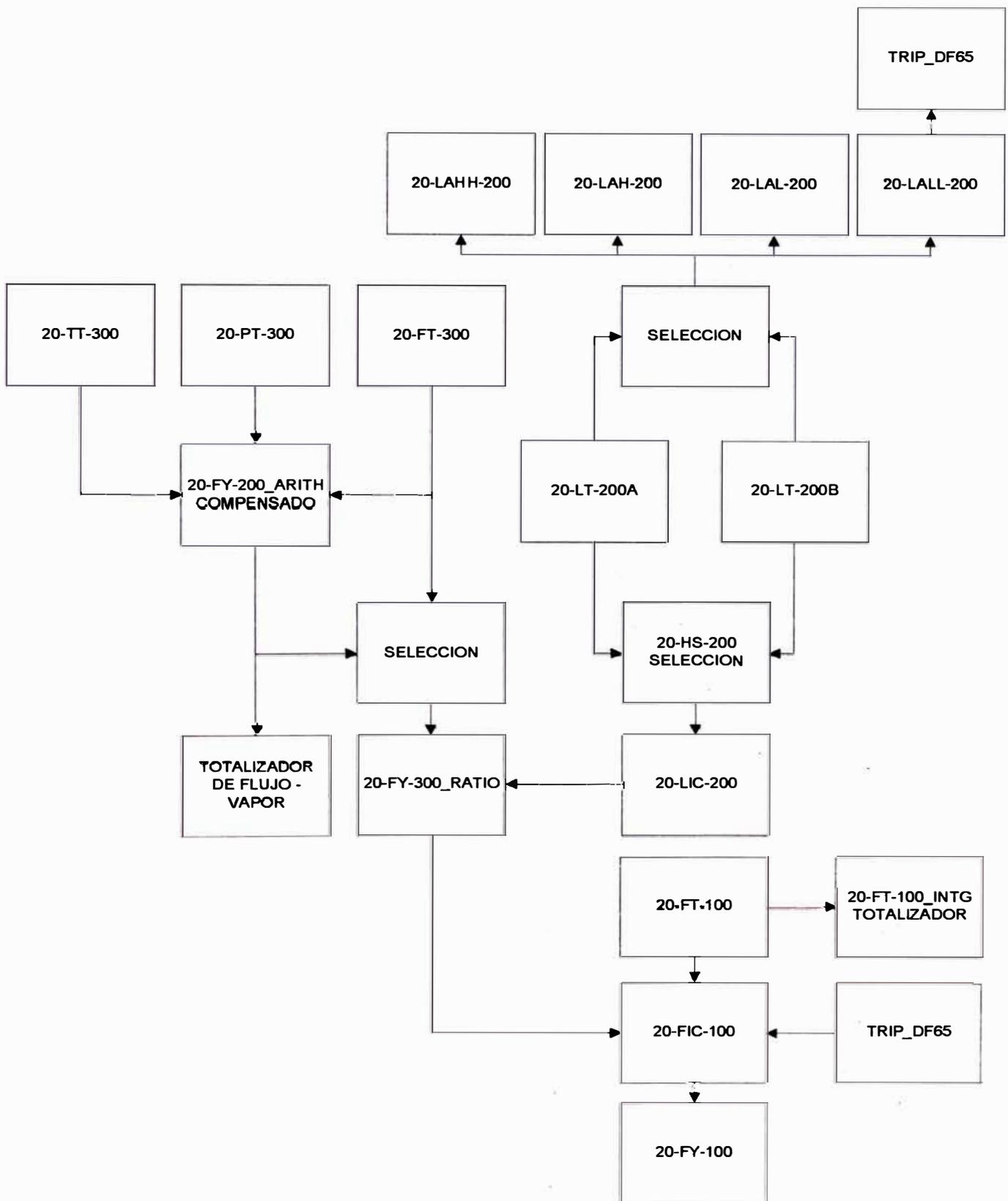
#### D. Instalación de transmisor para medición de flujo de agua.

- En esta instalación utilizamos tomas tipo "Flange taps".
- El transmisor de flujo de agua es instalado con el lado "H" (high) aguas arriba de la placa orificio y en el lado "L" (low) aguas abajo de la placa orificio.
- Ambas líneas de conexión del transmisor solo tienen potes de lodo.
- La instalación consta con válvulas de bloqueo para mantenimiento de las líneas de conexión. Estas líneas de conexión deben de tener siempre columnas de agua sin fugas.

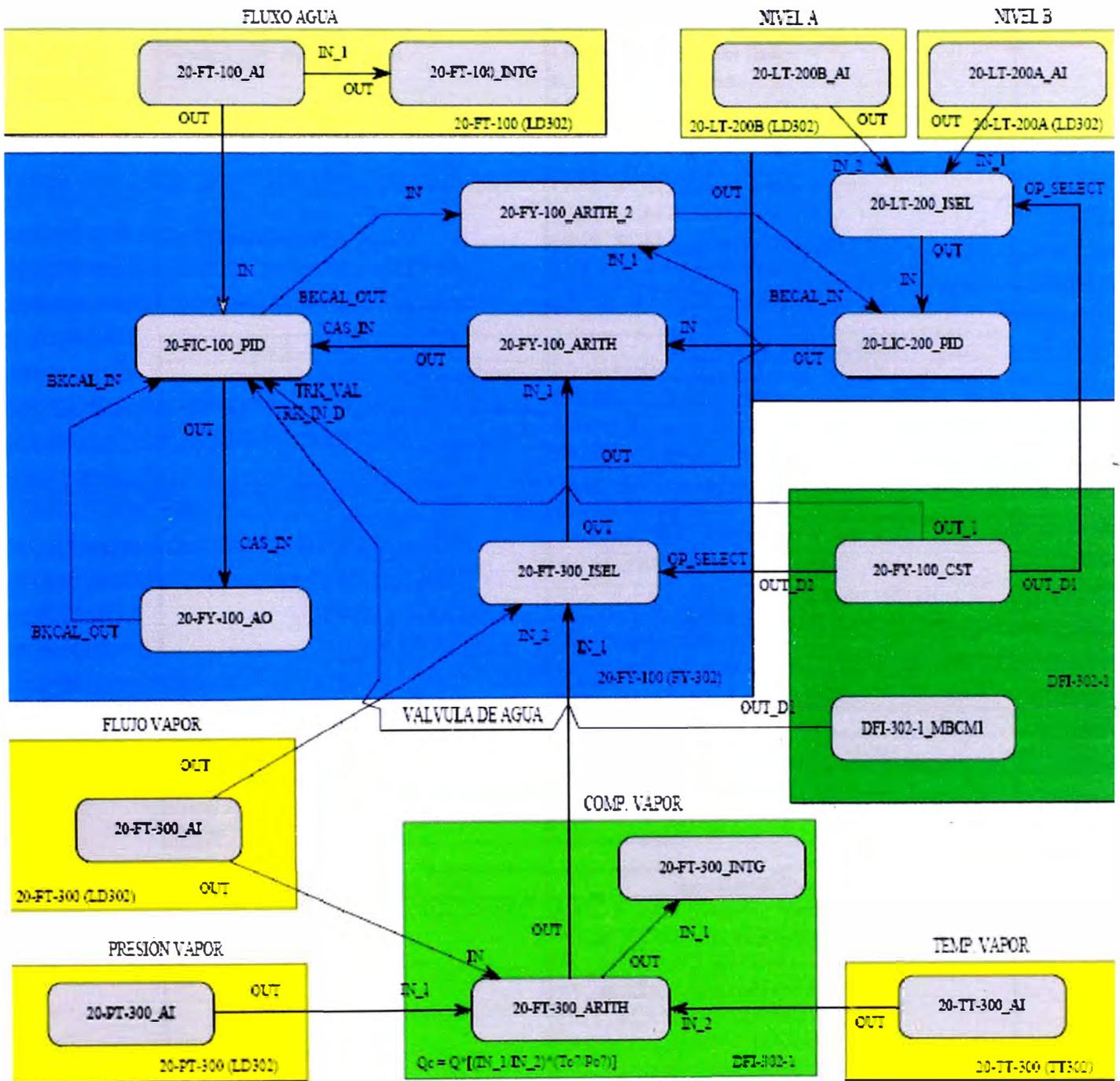
Figura 20. Instalación de transmisor para medición de flujo de agua



### 4.1.3. Diagrama de bloques del control



#### 4.1.4. Programación en bloques del controlador



#### 4.1.5. Parámetros Fieldbus del lazo de control

<b>Block: 20-LT-200A_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-LT-200A Block Type: Analog Input	OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = % L_TYPE = Indirect MODE_BLK.Target = Auto

<b>Block: 20-LT-200B_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-LT-200B Block Type: Analog Input	OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = % L_TYPE = Indirect MODE_BLK.Target = Auto

<b>Block: 20-LIC-200_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-FV-100 Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = % OUT_SCALE.EU at 100% = 135 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = t/h SP_HI_LIM = 100 SP_LO_LIM = 0 BUMPLESS_TYPE = Bias + Proportional OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 135 BIAS = 67.5

<b>Block: 20-LT-200_ISEL</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-FV-100 Block Type: Input Selector	MODE_BLK.Target = Auto

<b>Block: 20-FIC-100_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-FV-100 Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man PV_SCALE.EU at 100% = 135 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = t/h OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = % BUMPLESS_TYPE = Bumpless SP_LO_LIM = 0 SP_HI_LIM = 135 OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 100 CONTROL_OPTS = Track enable

<b>Block: 20-FY-100_ARITH</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-FV-100 Block Type: Arithmetic	MODE_BLK.Target = Auto ARITH_TYPE = Traditonal summer OUT_HI_LIM = 135 OUT_LO_LIM = 0 GAIN_IN_1 = 1 PV_UNITS = t/h OUT_UNITS = t/h BIAS = -67.5 INPUT_OPTS = IN_2 Use bad:IN_3 Use bad GAIN = 1

<b>Block: 20-FY-100_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-FV-100 Block Type: Analog Output	PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = % MODE_BLK.Target = Cas:Auto

<b>Block: 20-FY-100_ARITH_2</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-FV-100 Block Type: Arithmetic	PV_UNITS = t/h OUT_UNITS = t/h MODE_BLK.Target = Auto ARITH_TYPE = Traditonal summer GAIN_IN_1 = -1 OUT_HI_LIM = 135 OUT_LO_LIM = 0 BIAS = 67.5 INPUT_OPTS = IN_2 Use bad:IN_3 Use bad GAIN = 1

<b>Block: 20-FT-100_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-FT-100 Block Type: Analog Input	OUT_SCALE.EU at 100% = 135 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = t/h L_TYPE = Indirect Sq Root MODE_BLK.Target = Auto XD_SCALE.EU at 100% = 4500 XD_SCALE.EU at 0% = 0 XD_SCALE.Units Index = mmH2O (68°F)

<b>Block: 20-FT-100_INTG</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-FT-100 Block Type: Integrator	MODE_BLK.Target = Auto OUT_UNITS = T TIME_UNIT1 = hours INTEG_TYPE = Up Dem INTEG_OPTS = Flow forward

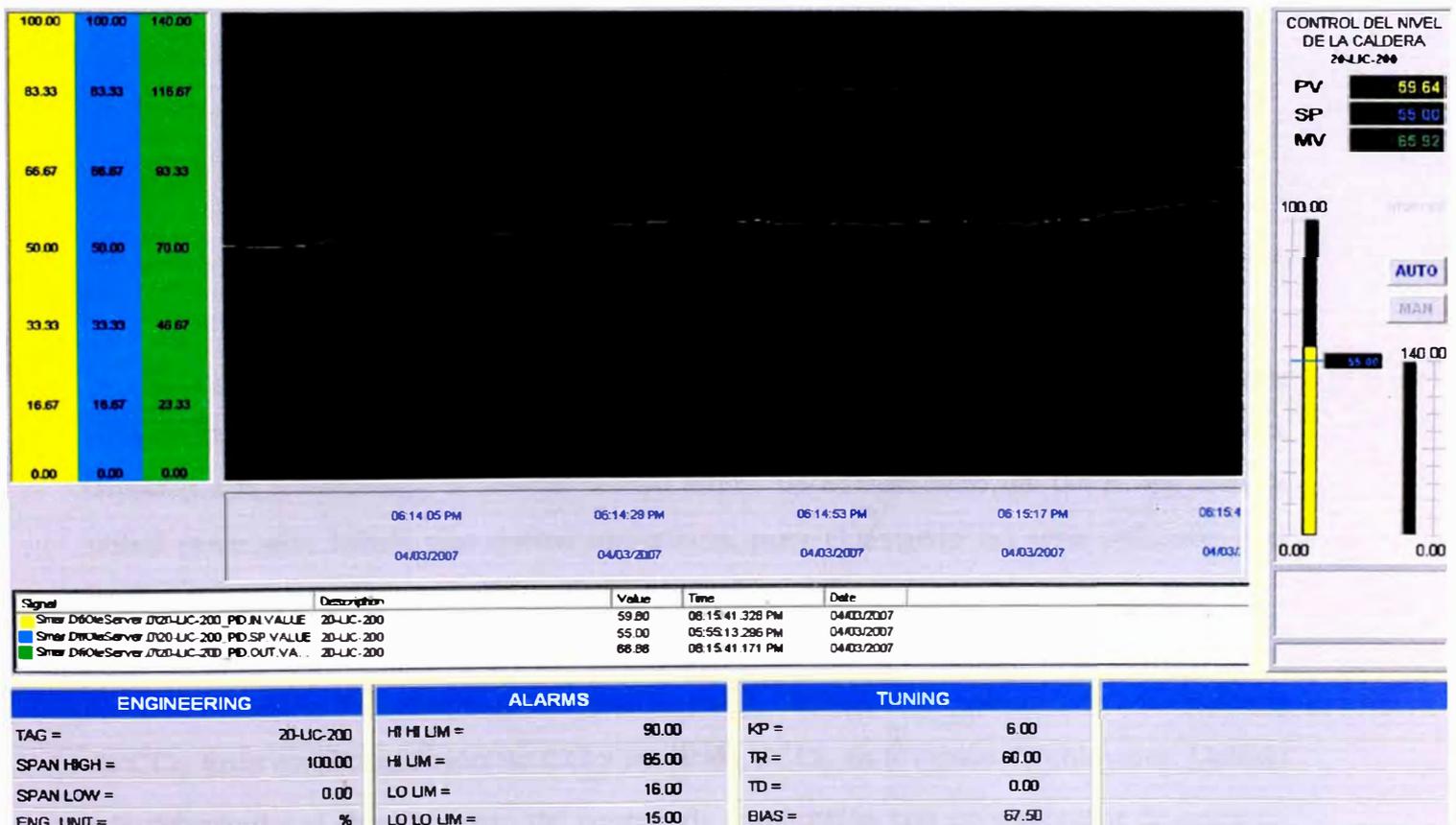
<b>Block: 20-FT-300_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-FT-300 Block Type: Analog Input	XD_SCALE.EU at 100% = 5000 XD_SCALE.EU at 0% = 0 XD_SCALE.Units Index = mmH2O (68°F) OUT_SCALE.EU at 100% = 130 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = t/h L_TYPE = Indirect Sq Root MODE_BLK.Target = Auto

<b>Block: 20-PT-300_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control From Device: 20-PT-300 Block Type: Analog Input	L_TYPE = Direct XD_SCALE.EU at 100% = 46 XD_SCALE.EU at 0% = 0 XD_SCALE.Units Index = kg/cm <sup>2</sup> MODE_BLK.Target = Auto OUT_SCALE.EU at 100% = 46 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = kg/cm <sup>2</sup>
<b>Block: 20-FT-300_ARITH</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: DFI-302-1 Block Type: Arithmetic	MODE_BLK.Target = Auto PV_UNITS = t/h OUT_UNITS = t/h
<b>Block: 20-FT-300_INTG</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: DFI-302-1 Block Type: Integrator	OUT_UNITS = T MODE_BLK.Target = Auto TIME_UNIT1 = hours INTEG_TYPE = Up Dem INTEG_OPTS = Flow forward
<b>Block: 20-TT-300_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Temp Vapor Generator From Device: 20-TT-300_301 Block Type: Analog Input	MODE_BLK.Target = Auto XD_SCALE.EU at 100% = 430 XD_SCALE.EU at 0% = 0 XD_SCALE.Units Index = °C L_TYPE = Direct CHANNEL = 1 OUT_SCALE.EU at 100% = 430 OUT_SCALE.EU at 0% = 0
<b>Block: 20-FT-300_ISEL</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: 20-FY-100 Block Type: Input Selector	MODE_BLK.Target = Auto
<b>Block: 20-FY-100_CST</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: DFI-302-1 Block Type: Constant	MODE_BLK.Target = Auto CT_VAL_D1 = 1 CT_VAL_D2 = 1 CT_VAL_1 = 100
<b>Block: DFI-302-1_MBCM1</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Nivel From Device: DFI-302-1 Block Type: ModBus Control Master	LOCAL_MOD_MAP = 0 MODE_BLK.Target = Auto LOCATOR_IN_D1.SLAVE_ADDRESS = 2 LOCATOR_IN_D1.MODBUS_ADDRESS_OF_VALUE = 2042 LOCATOR_IN_D2.SLAVE_ADDRESS = 2 LOCATOR_IN_D2.MODBUS_ADDRESS_OF_VALUE = 2043 LOCATOR_IN_D3.SLAVE_ADDRESS = 2 LOCATOR_IN_D3.MODBUS_ADDRESS_OF_VALUE = 2093 LOCATOR_OUT_D1.SLAVE_ADDRESS = 2 LOCATOR_OUT_D1.MODBUS_ADDRESS_OF_VALUE = 2202

#### 4.1.6. Prueba del lazo y condiciones de seguridad

- Verificar actuación de la válvula, frente al controlador, haciendo que la válvula actúe en modo manual, abriendo 100% y cerrando 0%, para certificar que el actuador esté controlando a la válvula.
- Verificar que las indicaciones de nivel, flujo de vapor y de agua estén correctas.
- Se usan indicadores de alarma para nivel alto (60%), nivel muy alto (75%), nivel bajo (40%) y nivel muy bajo del domo (25%).
- Verificar el funcionamiento en modo Manual/Automático y si están correctos los indicadores de alarmas.
- Un intertravamiento (TRIP) es dado siempre en cuando el nivel del domo sea muy bajo. En ese caso, el GVA necesita ser apagado para evitar la quema de los tubos. Un comando eléctrico detiene a los dosificadores de bagazo y desconecta los ventiladores de aire primario, secundario y los ventiladores de tiro inducido.

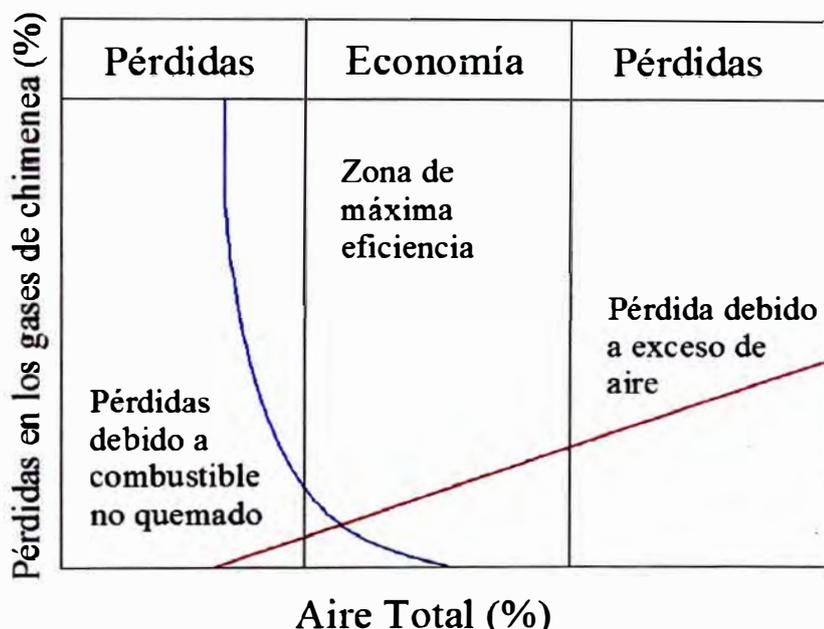
Figura 21. Respuesta del lazo de control de nivel a tres elementos



## 4.2. Control de combustión - presión de vapor

Como la presión de vapor esta en función de la cantidad de calor producida en los tubos del GVA, podemos decir que controlando la cantidad de calor entregada a los tubos, estaremos actuando directamente en la presión del GVA. En este lazo de control, el controlador de presión actúa en los variadores de velocidad que controlan los dosificadores de bagazo y los ventiladores de aire primario y secundario. O sea, este control consiste en medir la presión en la salida de vapor del generado y controlar el flujo de aire de combustión y de bagazo, manteniendo una relación Aire - Bagazo.

Figura 22. Curva de pérdidas en la combustión



En este lazo se procura mantener la relación Aire – Bagazo en un rango estrecho, pues si se utiliza gran exceso de aire, ocurrirá pérdidas de calor a través de los gases calientes lanzados a la atmósfera, y al mismo tiempo habría un enfriamiento del GVA. En caso se utilizó poco aire, habría una quema imperfecta, pues el oxígeno no sería suficiente y el bagazo no quemado sería perdido a través de la chimenea.

Los métodos más usuales para determinarse la relación Aire - Bagazo son la medición de CO<sub>2</sub> (más usual), medición de CO y medición de O<sub>2</sub> en los gases de chimenea. Debido a la dificultad y al elevado costo del control de combustión con un analizador de gases en

línea, las mediciones son hechas periódicamente, siendo la relación Aire - Bagazo ajustada manualmente. Considerándose un exceso de aire para la combustión en el GVA, en la práctica se debe de mantener los siguientes valores recomendados:

Tabla 9. Valores recomendados en gases de combustión

<b>Componente de los gases de combustión</b>	<b>Valores recomendados</b>
O2	4% - 7%
CO	< 100 PPM
CO2	13% - 16%
Exceso de aire	35% - 45%

Este control será hecho según las siguientes características:

- Los elementos finales de control en este lazo son los variadores de velocidad que controlan a los ventiladores de aire primario, secundario y a los seis dosificadores de bagazo. Para la verificación del funcionamiento de los variadores, estos deberán ser programados con las velocidades mínimas y máximas conforme a lo solicitado por el fabricante.
- En la salida del controlador existen bloques de relación para cada uno de los dosificadores, uno para el ventilador de aire primario y una para el secundario. Estos bloques de relación multiplicara el valor de la salida del controlador por un valor que será dado por el operador. La relación que debe ser escrita para la salida varía de 0 a 1 (señal de 0 a 100%)

Tabla 10. Dispositivos empleados en el Control de combustión - presión de vapor

<b>TAG</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rango</b>	<b>Unid.</b>	<b>Modelo</b>
20-PT-300	Transmisor de presión	0 - 46	Kg./cm <sup>2</sup>	LD302M-51I-BU1I-01/I1/P0
20-FY-501	Comando para el variador de velocidad Aire Primario	4 - 20	mA	FI302-1I-1/I1/P0
20-PY-550	Comando para el variador de velocidad Aire secundario	4 - 20	mA	FI302-1I-1/I1/P0
20-SY-300A	Comando para los variadores de velocidad dosificador A	4 - 20	mA	FI302-1I-1/I1/P0

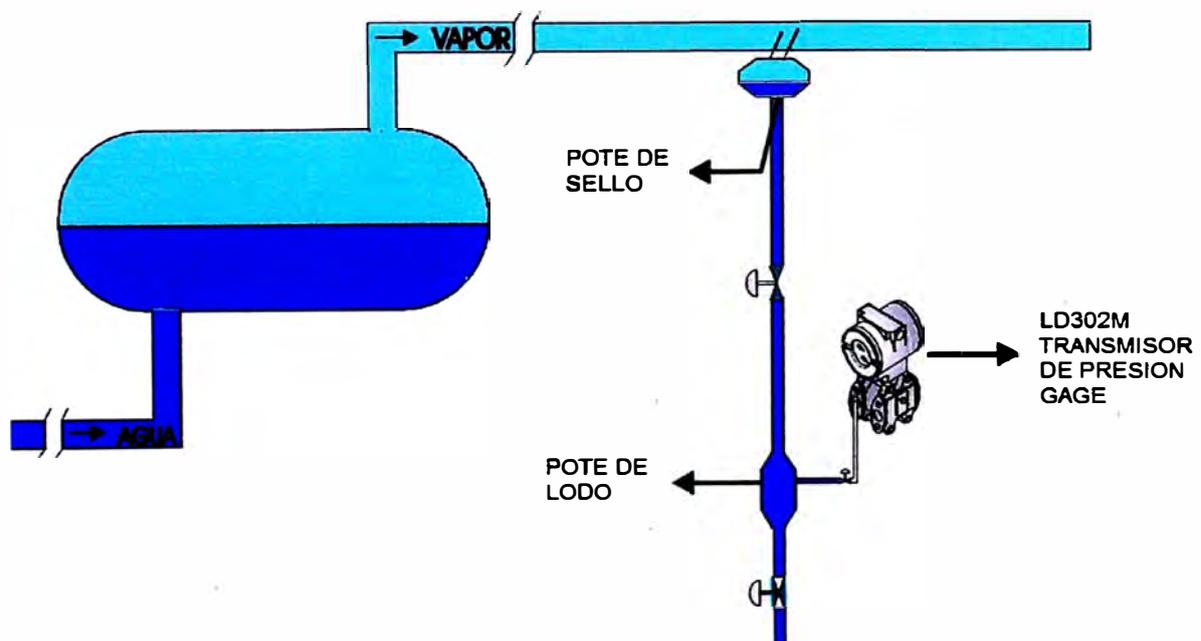
TAG	Descripción	Rango	Unid.	Modelo
20-SY-300B	Comando para los variadores de velocidad dosificador B	4 - 20	mA	FI302-1I-1/I1/P0
20-SY-300C	Comando para los variadores de velocidad dosificador C	4 - 20	mA	FI302-1I-1/I1/P0
20-SY-300D	Comando para los variadores de velocidad dosificador D	4 - 20	mA	FI302-1I-1/I1/P0
20-SY-300E	Comando para los variadores de velocidad dosificador E	4 - 20	mA	FI302-1I-1/I1/P0
20-SY-300F	Comando para los variadores de velocidad dosificador F	4 - 20	mA	FI302-1I-1/I1/P0

#### 4.2.1. Instalación de transmisores

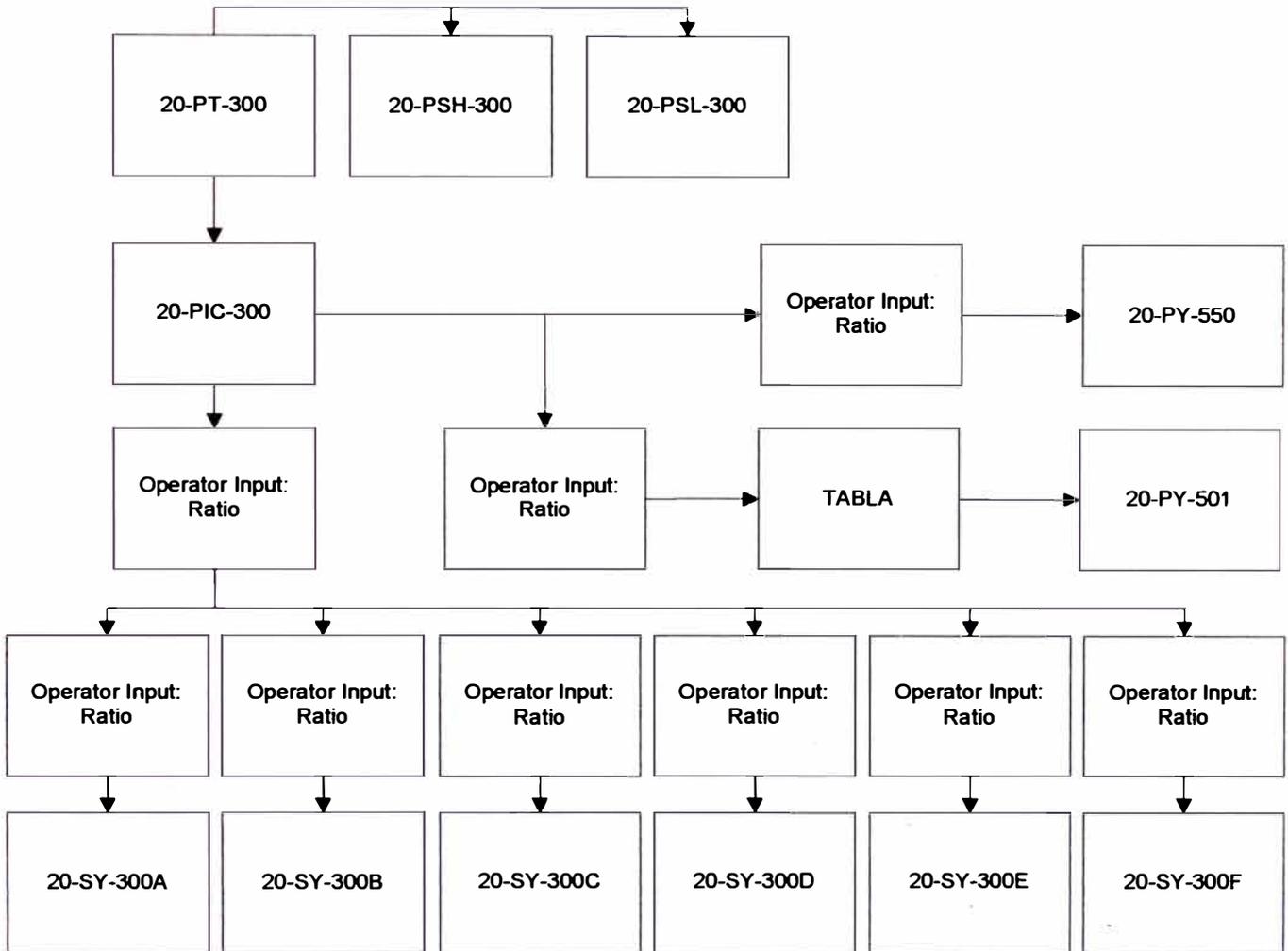
- El transmisor de presión es instalado con el lado "H" (high) en la línea de vapor generado y con el lado "L" (low) abierto para la atmósfera.
- La línea de conexión tiene pote de sello y de lodo, por ser toma de vapor. Estos potes son purgados en cada parada del GVA o en función del tratamiento de agua.
- La instalación consta con una válvula de bloqueo para mantenimiento de la línea de conexión. Esta línea de conexión debe de tener siempre columna de agua sin fuga.

Figura 23.

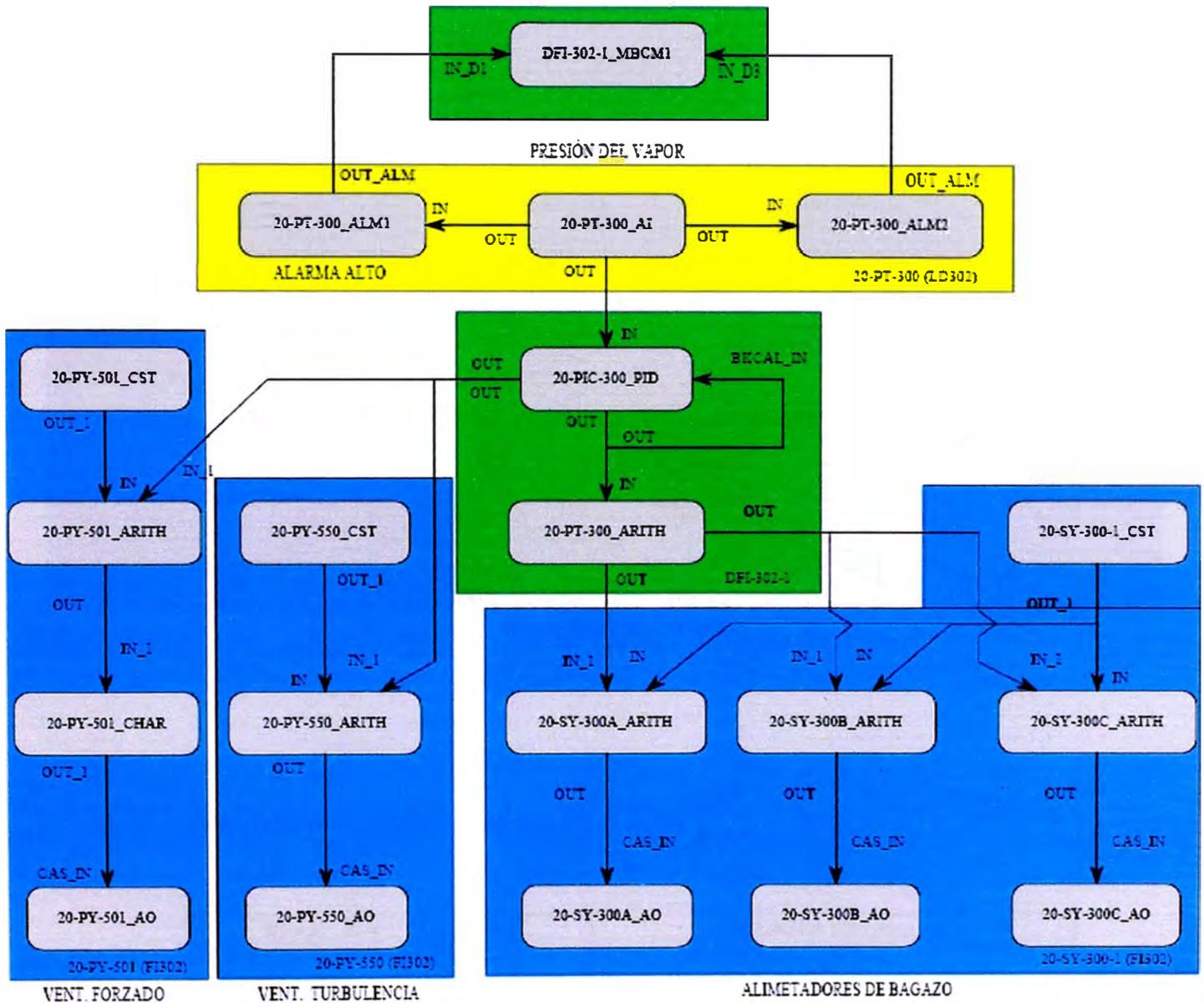
Instalación de transmisor para control de combustión - presión de vapor

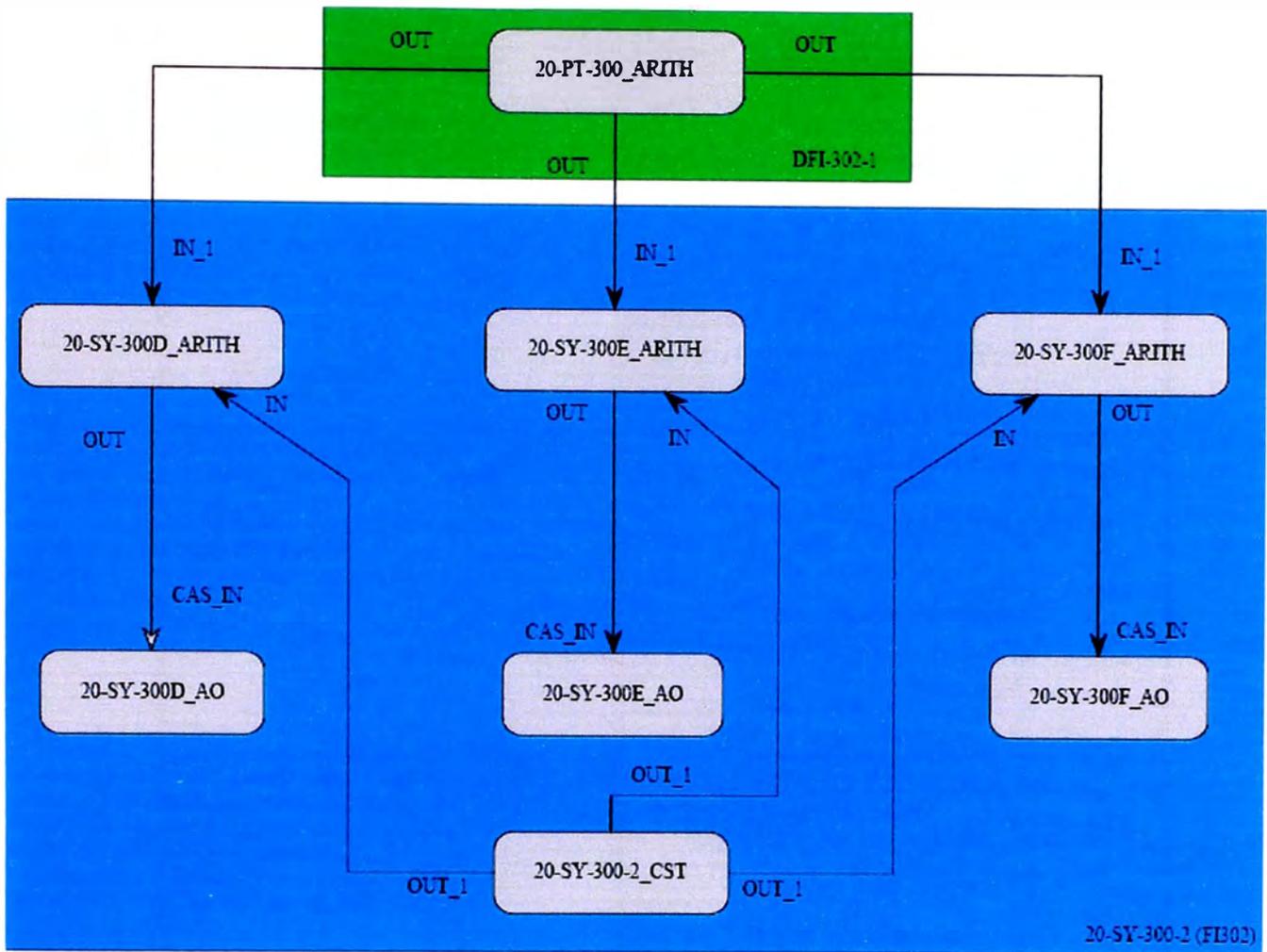


### 4.2.2. Diagrama de bloques del control



### 4.2.3. Programación en bloques del controlador





ALIMENTADORES BAGAZO

#### 4.2.4. Parámetros Fieldbus del lazo de control

Block: 20-PT-300_ALM1	Initialized Parameters:
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-PT-300 Block Type: Analog Alarm	MODE_BLK.Target = Auto OUT_ALM_SUM = Hi Hi OUT_SCALE.EU at 100% = 46 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = kg/cm <sup>2</sup> HI_HI_LIM = 40

Block: 20-PT-300_ALM2	Initialized Parameters:
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-PT-300 Block Type: Analog Alarm	MODE_BLK.Target = Auto OUT_ALM_SUM = Lo OUT_SCALE.EU at 100% = 46 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = kg/h LO_LIM = 28

<b>Block 20-PIC-300_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: DFI-302-1 Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man PV_SCALE.EU at 100% = 46 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = kg/h SP_LO_LIM = 0 SP_HI_LIM = 46 OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 100 BUMPLESS_TYPE = Bumpless OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = %
<b>Block 20-PT-300_ARITH</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: DFI-302-1 Block Type: Arithmetic	MODE_BLK.Target = Auto INPUT_OPTS = IN_1 Use bad:IN_2 Use bad:IN_3 Use bad GAIN = 1 ARITH_TYPE = Traditonal summer PV_UNITS = % OUT_UNITS = % OUT_HI_LIM = 100 OUT_LO_LIM = 0
<b>Block 20-SY-300A_ARITH</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-SY-300-1 Block Type: Arithmetic	MODE_BLK.Target = Auto INPUT_OPTS = IN_2 Use bad:IN_3 Use bad GAIN_IN_1 = 1 GAIN = 1 ARITH_TYPE = Traditonal summer PV_UNITS = % OUT_UNITS = % OUT_HI_LIM = 100 OUT_LO_LIM = 0
<b>Block 20-SY-300A_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-SY-300-1 Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = % XD_SCALE.EU at 100% = 20 XD_SCALE.EU at 0% = 4 XD_SCALE.Units Index = mA CHANNEL = 1
<b>Block 20-SY-300-1_CST</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-SY-300-1 Block Type: Constant	MODE_BLK.Target = Auto CT_VAL_1 = 0
<b>Block 20-PY-550_CST</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-PY-550_501 Block Type: Constant	MODE_BLK.Target = Auto CT_VAL_1 = 0

<b>Block: 20-PY-550_ARITH</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-PY-550_501 Block Type: Arithmetic	MODE_BLK.Target = Auto INPUT_OPTS = IN_2 Use bad:IN_3 Use bad GAIN_IN_1 = 1 GAIN = 1 ARITH_TYPE = Traditonal summer OUT_UNITS = % PV_UNITS = % OUT_HI_LIM = 100 OUT_LO_LIM = 0

<b>Block: 20-PY-550_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-PY-550_501 Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 XD_SCALE.EU at 100% = 20 XD_SCALE.EU at 0% = 4 XD_SCALE.Units Index = mA CHANNEL = 1

<b>Block: 20-PY-501_CST</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-PY-550_501 Block Type: Constant	MODE_BLK.Target = Auto CT_VAL_1 = 0

<b>Block: 20-PY-501_ARITH</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-PY-550_501 Block Type: Arithmetic	MODE_BLK.Target = Auto GAIN = 1 GAIN_IN_1 = 1 INPUT_OPTS = IN_2 Use bad:IN_3 Use bad ARITH_TYPE = Traditonal summer OUT_UNITS = % PV_UNITS = % OUT_HI_LIM = 100 OUT_LO_LIM = 0

<b>Block: 20-PY-501_CHAR</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-PY-550_501 Block Type: Signal Characterizer	MODE_BLK.Target = Auto CURVE_X[1] = 0 CURVE_X[2] = 100 CURVE_Y[1] = 0 CURVE_Y[2] = 100

<b>Block: 20-PY-501_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Combustion From Device: 20-PY-550_501 Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = % XD_SCALE.EU at 100% = 20 XD_SCALE.EU at 0% = 4 XD_SCALE.Units Index = mA CHANNEL = 2

#### 4.2.5. Prueba del lazo y condiciones de seguridad

- Verificar el funcionamiento de los dosificadores de bagazo y de los ventiladores de aire primario y secundario. Con el sistema en manual hacer que todos los variadores de velocidad varíen de 0 a 100% de su rango de velocidad.
- Verificar que la presión indicada por el controlador sea correcta.
- Se usan indicadores de alarma para presión alta y presión baja de vapor generado.
- Verificar el funcionamiento en modo Manual/Automático y si están correctas los indicadores de alarmas.

Figura 24. Respuesta del lazo de control de combustión - presión de vapor



### 4.3. Control de tiro - presión de hogar

El control de tiro del GVA tiene la función de mantener la temperatura y la velocidad de combustión. Midiendo la presión interna del hogar en relación a la presión atmosférica se consigue tener una idea de la velocidad de la salida de los gases (12 a 16 m/s), garantizándose una buena velocidad de tiro de los gases y un efectivo intercambio de calor con los tubos de agua.

La medición es hecha a través del transmisor de presión ubicado en el hogar del GVA. La señal enviada al controlador, es comparada con el Set point, y finalmente este actúa en los variadores de velocidad de los dos ventiladores de tiro inducido con la finalidad de mantener la presión en el valor deseado. Generalmente se adopta la presión de -5 mm. c.a., una presión inferior a esa acarrearía una mayor velocidad de los gases, no aprovechándose así el calor de los gases por los tubos y expulsándolos por la chimenea. Una presión superior a esa acarrearía una presurización del hogar y podría llegar a efectuarse una combustión en la zona baja de la parrilla pudiendo trabar los ejes de la parrilla por aumento de la temperatura.

En el control de presión del hogar implementado, el controlador hace una comparación de la presión del hogar con el Set point y la salida del controlador junto con la señal del controlador de presión de vapor (20- PIC-300) ingresan a un bloque aritmético. La señal de salida de este bloque controla los variadores de velocidad de los ventiladores de tiro inducido que son los elementos finales de control en este lazo, donde el factor de control varía de 0 a 1 (corresponde 0 a 100%). Para la verificación del funcionamiento de los variadores, estos deberán ser programados con las velocidades mínimas y máximas conforme a lo solicitado por el fabricante.

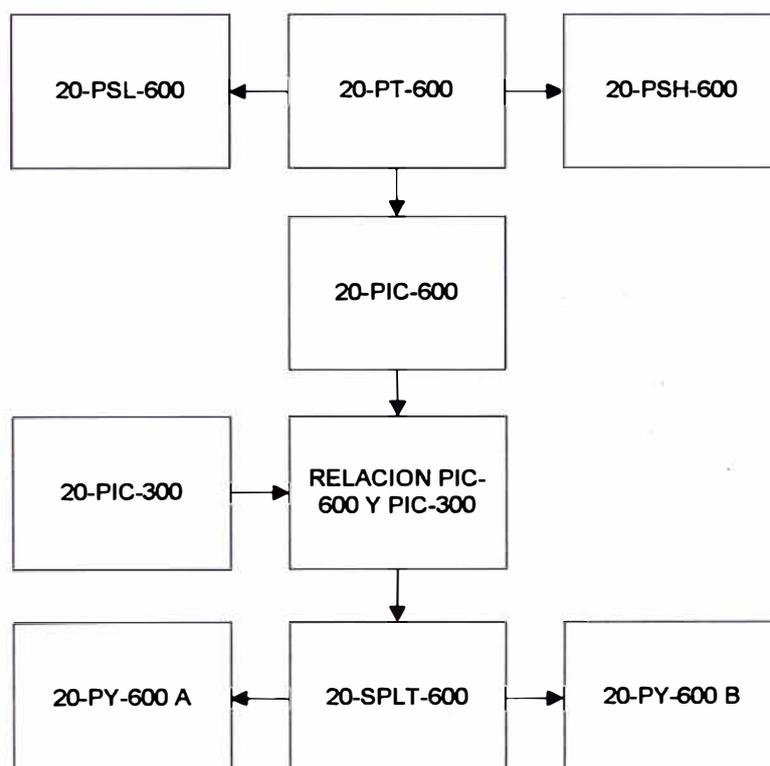
Tabla 11. Dispositivos empleados en el control de tiro - presión de hogar

<b>TAG</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rango</b>	<b>Unid.</b>	<b>Modelo</b>
20-PT-600	Transmisor de presión del hogar	0 - 10	mmHg	LD302M-11I-BU11-01/I1/P0
20-PY-600 A_B	Comando para variador de velocidad para ventilador de tiro inducido 01 y 02	4 - 20	mA	FI302-1I-1/I1/P0

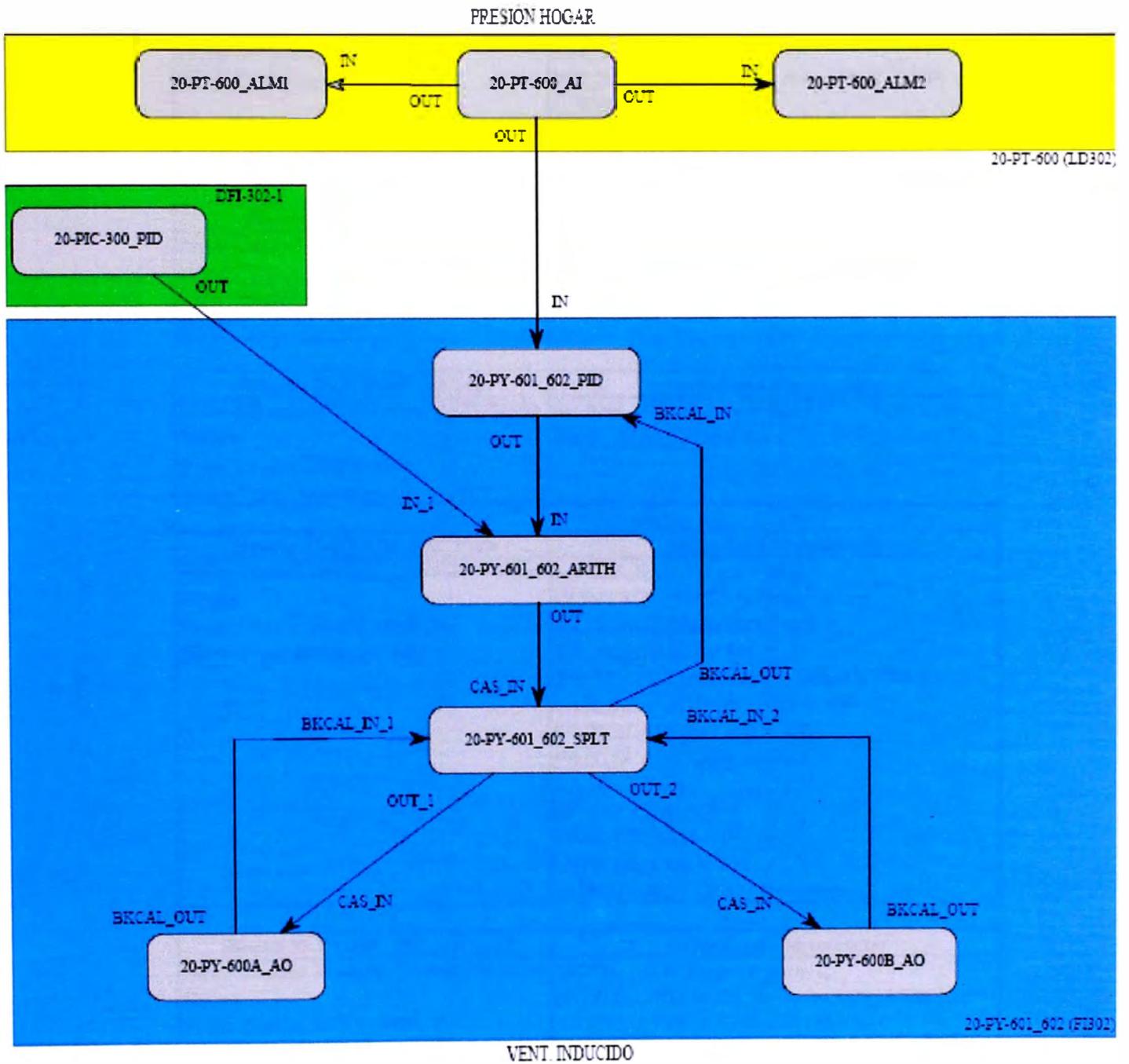
### 4.3.1. Instalación de transmisores

- El transmisor de presión es instalado con el lado "H" (high) en la toma de presión, y con el lado "L" (low) abierto para la atmósfera.
- La instalación consta con una válvula de bloqueo para mantenimiento de la línea de conexión
- El punto para la instalación de la toma de la línea de conexión deberá ser conforme especificación del diseñador del GVA.

### 4.3.2. Diagrama de bloques del control



### 4.3.3. Programación en bloques del controlador



#### 4.3.4. Parámetros Fieldbus del lazo de control

<b>Block: 20-PT-600_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Hogar From Device: 20-PT-600 Block Type: Analog Input	MODE_BLK.Target = Man XD_SCALE.EU at 100% = 7 XD_SCALE.EU at 0% = -7 XD_SCALE.Units Index = mmH2O (68°F) L_TYPE = Direct OUT_SCALE.EU at 100% = 7 OUT_SCALE.EU at 0% = -7

<b>Block: 20-PT-600_ALM1</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Hogar From Device: 20-PT-600 Block Type: Analog Alarm	MODE_BLK.Target = Auto OUT_ALM_SUM = Hi

<b>Block: 20-PT-600_ALM2</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Hogar From Device: 20-PT-600 Block Type: Analog Alarm	MODE_BLK.Target = Auto OUT_ALM_SUM = Lo

<b>Block: 20-PY-601_602_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Hogar From Device: 20-PY-600A_B Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man CONTROL_OPTS = Direct acting PV_SCALE.EU at 100% = 7 PV_SCALE.EU at 0% = -7 PV_SCALE.Units Index = mmH2O (68°F) OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = % SP_HI_LIM = 7 SP_LO_LIM = -7 OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 100 BUMPLESS_TYPE = Bumpless

<b>Block: 20-PY-601_602_ARITH</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Hogar From Device: 20-PY-600A_B Block Type: Arithmetic	MODE_BLK.Target = Auto INPUT_OPTS = IN_2 Use bad:IN_3 Use bad ARITH_TYPE = Traditonal summer GAIN_IN_1 = 0 GAIN_IN_2 = 0 BIAS_IN_2 = 0 GAIN = 1 OUT_HI_LIM = 100 OUT_LO_LIM = 0 BIAS_IN_1 = 0 BIAS_IN_3 = 0 GAIN_IN_3 = 0

<b>Block 20-PY-601_602_SPLT</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Hogar From Device: 20-PY-600A_B Block Type: Splitter	MODE_BLK.Target = Cas:Auto IN_ARRAY[1] = 0 IN_ARRAY[2] = 100 IN_ARRAY[3] = 0 IN_ARRAY[4] = 100 OUT_ARRAY[1] = 0 OUT_ARRAY[2] = 100 OUT_ARRAY[3] = 0 OUT_ARRAY[4] = 100 LOCKVAL = True

<b>Block 20-PY-600A_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Hogar From Device: 20-PY-600A_B Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto CHANNEL = 1 PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = % XD_SCALE.EU at 100% = 20 XD_SCALE.EU at 0% = 4 XD_SCALE.Units Index = mA

<b>Block 20-PY-600B_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Hogar From Device: 20-PY-600A_B Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto CHANNEL = 2 XD_SCALE.EU at 100% = 20 XD_SCALE.EU at 0% = 4 XD_SCALE.Units Index = mA PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = %

<b>Block 20-PIC-300_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Hogar From Device: DFI-302-1 Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man PV_SCALE.EU at 100% = 46 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = kg/h SP_LO_LIM = 0 SP_HI_LIM = 46 OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 100 BUMPLESS_TYPE = Bumpless OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = %

### 4.3.5. Prueba del lazo y condiciones de seguridad

- Verificar el funcionamiento de los ventiladores de tiro inducido, con el sistema en manual hacer que los variadores de velocidad de los tiros varíen de 0 a 100% de su rango de velocidad.
- Verificar que la presión indicada por el controlador sea correcta.
- Se usan indicadores de alarma para presión alta y presión baja del hogar
- Verificar el funcionamiento en modo Manual/Automático y si están correctas los indicadores de alarmas.

Figura 25. Respuesta del lazo de control de presión de hogar



#### 4.4. Control de nivel del desaireador

Este es un lazo simple de control que consiste en medir el nivel de agua del desaireador, y controlar el flujo de alimentación de agua a la entrada del mismo.

El elemento final de control es la válvula automática de alimentación de agua al desaireador cuyo funcionamiento tiene que ser verificado abriendo manualmente entre 0%, 50% y 100%.

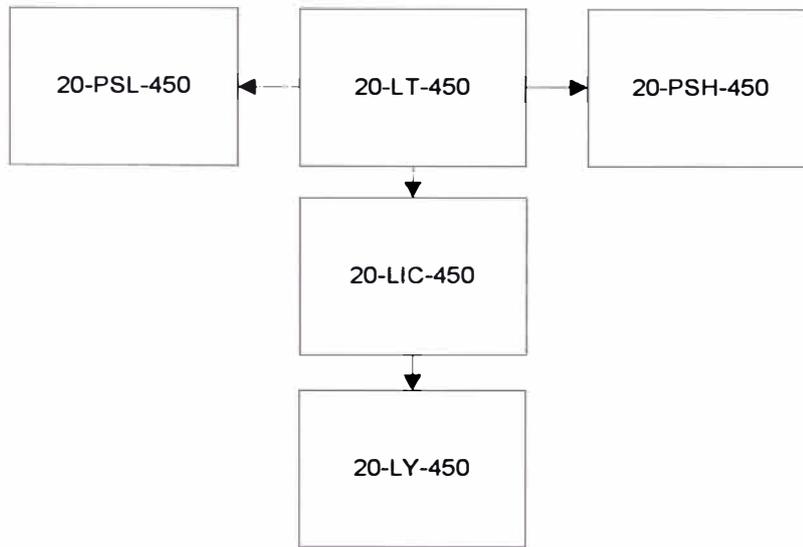
Tabla 12. Dispositivos empleados en el control de nivel del desaireador

<b>TAG</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rango</b>	<b>Unid.</b>	<b>Modelo</b>
20-LT-450	Transmisor de nivel del desaireador	100	%	LD302M-21I-BU1I-01/I1/P0
20-LY-450	Posicionador de válvula	100	%	FY302-1I-03/I1/P0

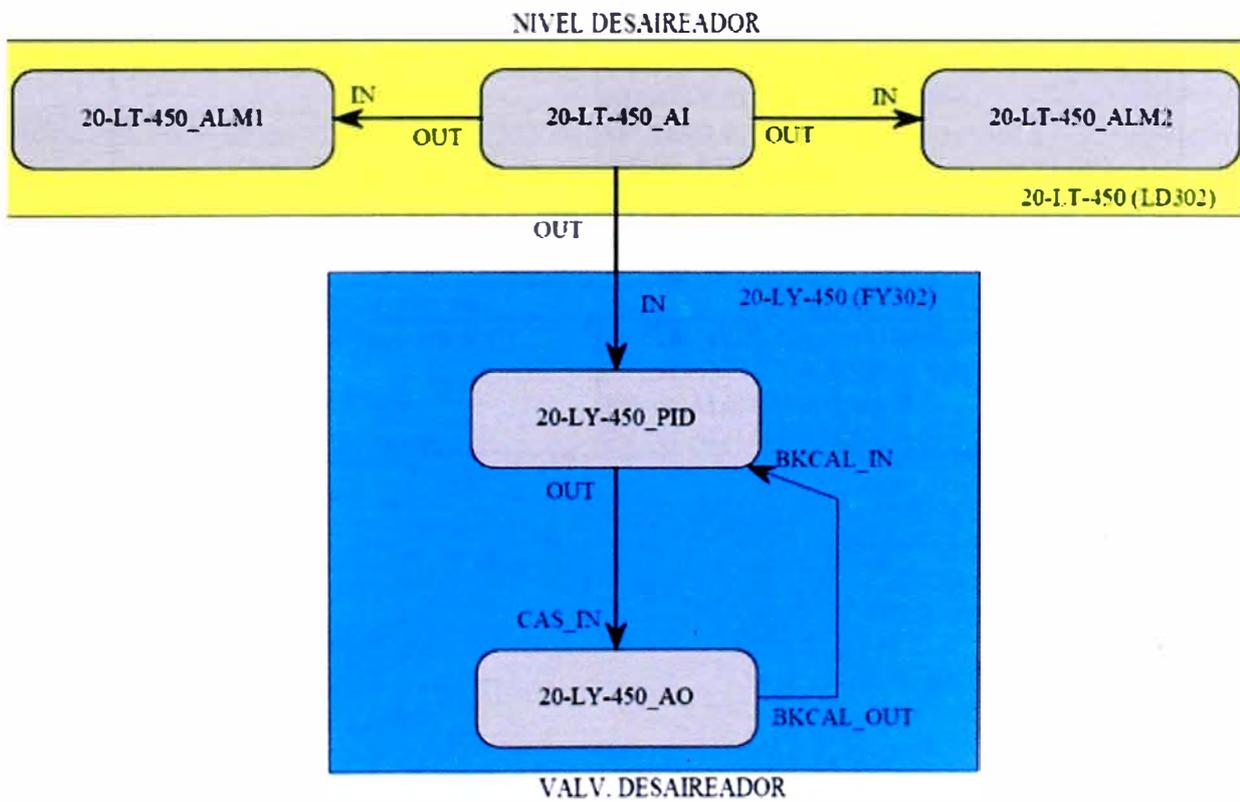
##### 4.4.1. Instalación de transmisores

- El transmisor de nivel es instalado con el lado "H" (high) en la toma inferior del desaireador, y con el lado "L" (low) en la toma del lado superior.
- Las líneas de conexión tienen potes de lodo en la dos tomas y pote de sello en la toma del lado superior. No es necesario pote de sello en la toma de baja, debido a existir solo agua. Estos potes son purgados en cada parada del GVA o en función del tratamiento de agua.
- La instalación consta con válvulas de bloqueo para mantenimiento de las líneas de conexión. Estas líneas de conexión deben de tener siempre columnas de agua sin fugas.

#### 4.4.2. Diagrama de bloques del control



#### 4.4.3. Programación en bloques del controlador



#### 4.4.4. Parámetros Fieldbus del lazo de control

<b>Block 20-LT-450_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Desaireador From Device: 20-LT-450 Block Type: Analog Input	MODE_BLK.Target = Auto L_TYPE = Indirect OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = %

<b>Block 20-LT-450_ALM1</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Desaireador From Device: 20-LT-450 Block Type: Analog Alarm	MODE_BLK.Target = Auto OUT_ALM_SUM = Hi OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = %

<b>Block 20-LT-450_ALM2</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Desaireador From Device: 20-LT-450 Block Type: Analog Alarm	MODE_BLK.Target = Auto OUT_ALM_SUM = Lo OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = %

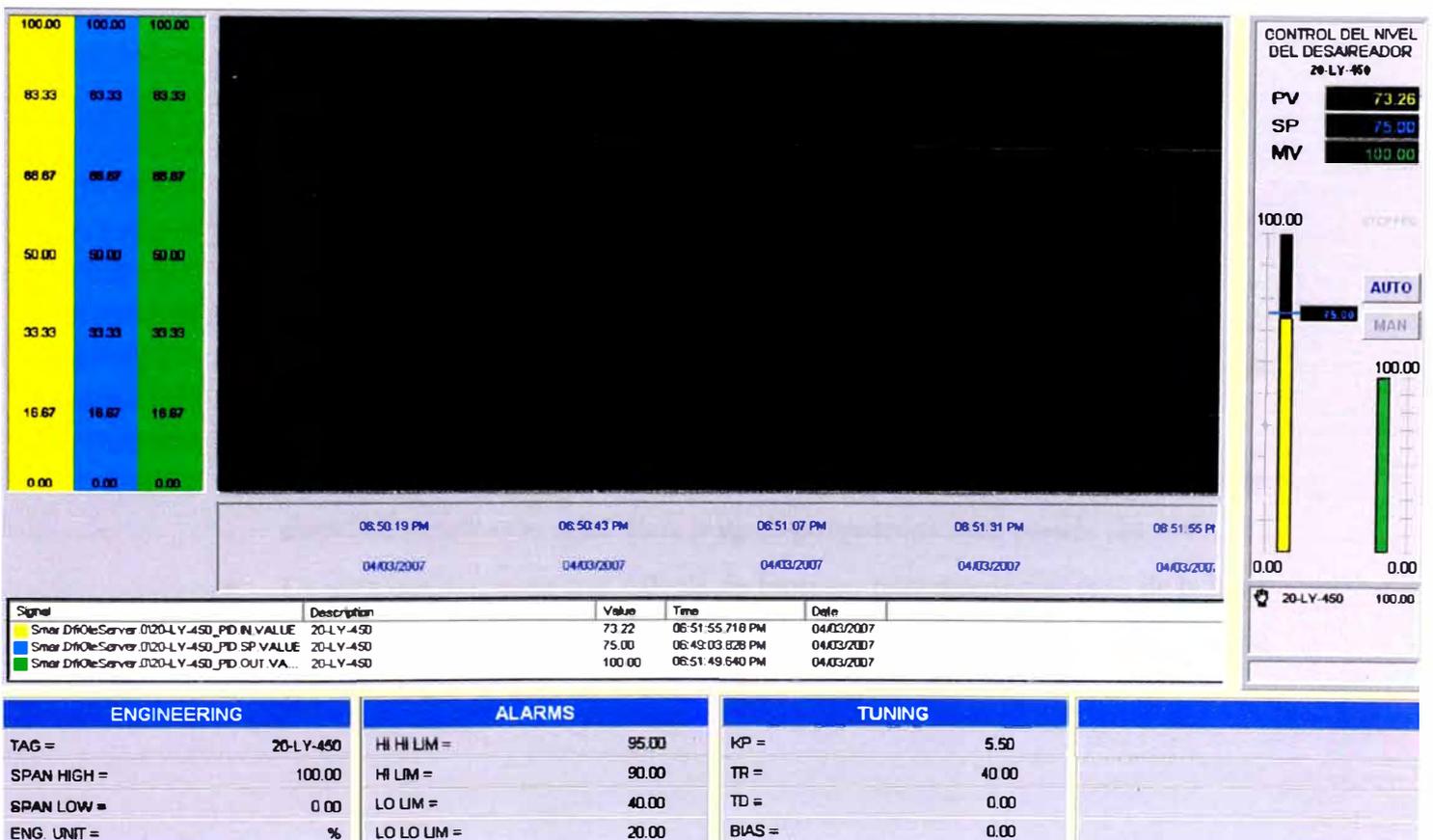
<b>Block 20-LY-450_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Hogar From Device: 20-LY-450 Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = % OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = % BUMPLESS_TYPE = Bumpless SP_LO_LIM = 0 SP_HI_LIM = 100 OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 100

<b>Block 20-LY-450_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Desaireador From Device: 20-LY-450 Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = %

#### 4.4.5. Prueba del lazo y condiciones de seguridad

- Verificar actuación de la válvula, frente al controlador, haciendo que la válvula actúe en modo manual, abriendo 100% y cerrando 0%, para certificar que el controlador está controlando a la válvula.
- Verificar que el nivel indicado por el controlador sea correcto.
- Se usan indicadores de alarma para nivel alto y nivel bajo del desaireador
- Verificar el funcionamiento en modo Manual/Automático y si están correctos los indicadores de alarmas.

Figura 26. Respuesta del lazo de control de nivel del desaireador



#### 4.5. Control de presión de agua de alivio

El control de presión de agua de alivio tiene la función de evitar que se produzca una sobre presión en la línea de alimentación de agua del GVA. Mide la presión antes de la válvula automática de alimentación de agua y controla el flujo de agua de recirculación.

El elemento final de control es la válvula automática de recirculación de agua al desaireador cuyo funcionamiento tiene que ser verificado abriendo manualmente entre 0%, 50% y 100%.

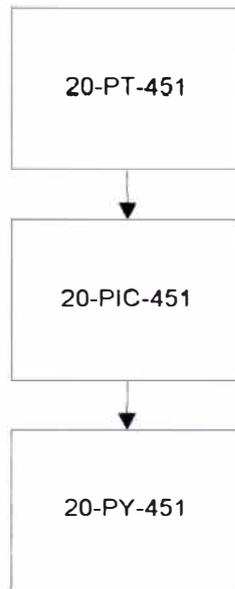
Tabla 13. Dispositivos empleados en el control de presión de agua de alivio

<b>TAG</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rango</b>	<b>Unid.</b>	<b>Modelo</b>
20-PT-451	Transmisor de presión	70	Kg./cm <sup>2</sup>	LD302M-51I-BU1I-01/I1/P0
20-PY-451	Posicionador de válvula	100	%	FY302-1I-03/I1/P0

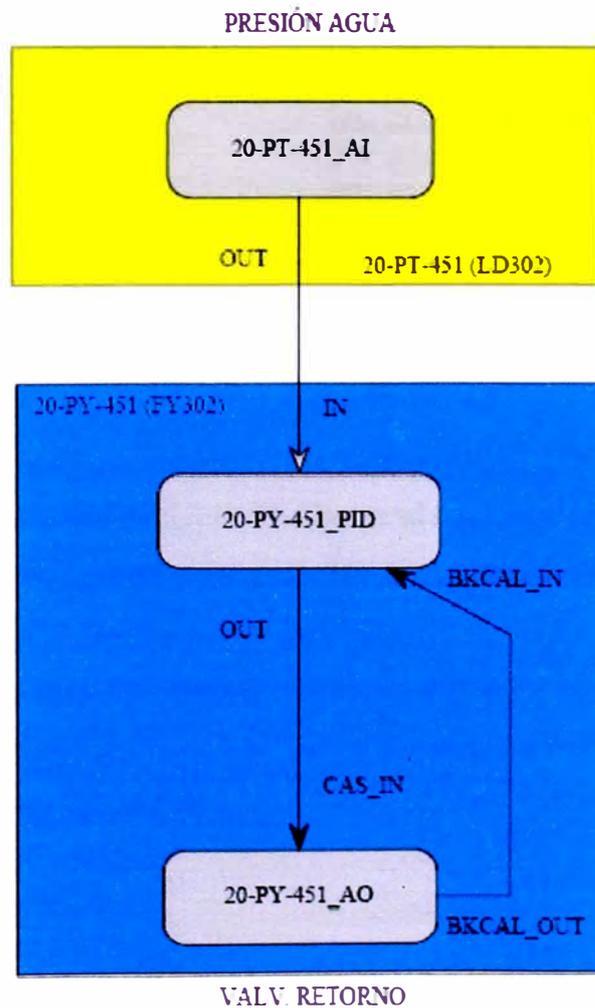
##### 4.5.1. Instalación de transmisores

- El transmisor de presión es instalado con el lado "H" (high) en la toma de presión, y con el lado "L" (low) abierto para la atmósfera.
- La línea de conexión tiene solo pote de lodo, no es necesario pote de sello debido a existir solo agua. Este pote es purgado en cada parada del GVA.
- La instalación consta con válvula de bloqueo para mantenimiento de la línea de conexión. Esta línea de conexión deben de tener siempre columnas de agua sin fugas.

#### 4.5.2. Diagrama de bloques del control



#### 4.5.3. Programación en bloques del controlador



#### 4.5.4. Parámetros Fieldbus del lazo de control

<b>Block: 20-PT-451_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Nivel Agua_Aliv From Device: 20-PT-451 Block Type: Analog Input	MODE_BLK.Target = Auto XD_SCALE.EU at 100% = 70 XD_SCALE.EU at 0% = 0 XD_SCALE.Units Index = bar L_TYPE = Direct OUT_SCALE.EU at 100% = 70 OUT_SCALE.Units Index = bar

<b>Block: 20-PY-451_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Nivel Agua_Aliv From Device: 20-PY-451 Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man PV_SCALE.EU at 100% = 70 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = bar OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = % SP_LO_LIM = 0 SP_HI_LIM = 70 OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 100 BUMPLESS_TYPE = Bumpless CONTROL_OPTS = Direct acting

<b>Block: 20-PY-451_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Nivel Agua_Aliv From Device: 20-PY-451 Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = %

#### 4.5.5. Prueba del lazo y condiciones de seguridad

- Verificar actuación de la válvula, frente al controlador, haciendo que la válvula actúe en modo manual, abriendo 100% y cerrando 0%, para certificar que el controlador está controlando a la válvula.
- Verificar que la presión indicada por el controlador sea correcta.
- Verificar el funcionamiento en modo Manual/Automático y si están correctos los indicadores de alarmas.

Figura 27. Respuesta del lazo de control de presión de agua de alivio



#### 4.6. Control de flujo mínimo – venteo

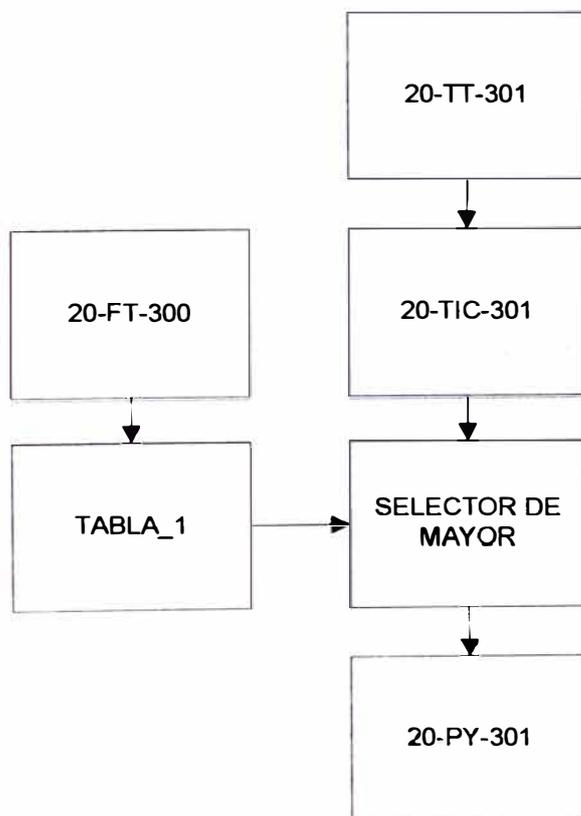
Este control es implementado según las siguientes características:

- El control de la válvula de venteo se basa en el flujo y en la temperatura del vapor generado. El transmisor de temperatura es instalado en el cabezal de vapor sobrecalentado, cerca de la salida de la línea de venteo.
- La señal del flujo de vapor generado proviene del transmisor de presión diferencial que forma parte del lazo de control de nivel del domo (flujo no compensado)
- Para garantizar el flujo mínimo de 30% de producción del GVA, se adiciona un selector de mayor entre la salida del TIC y el flujo mínimo. Cuando tenemos un bajo flujo de vapor generado, una salida máxima será enviada para la apertura de la válvula de flujo mínimo. En condiciones normales de flujo de vapor la válvula será controlada por 20-TIC-301

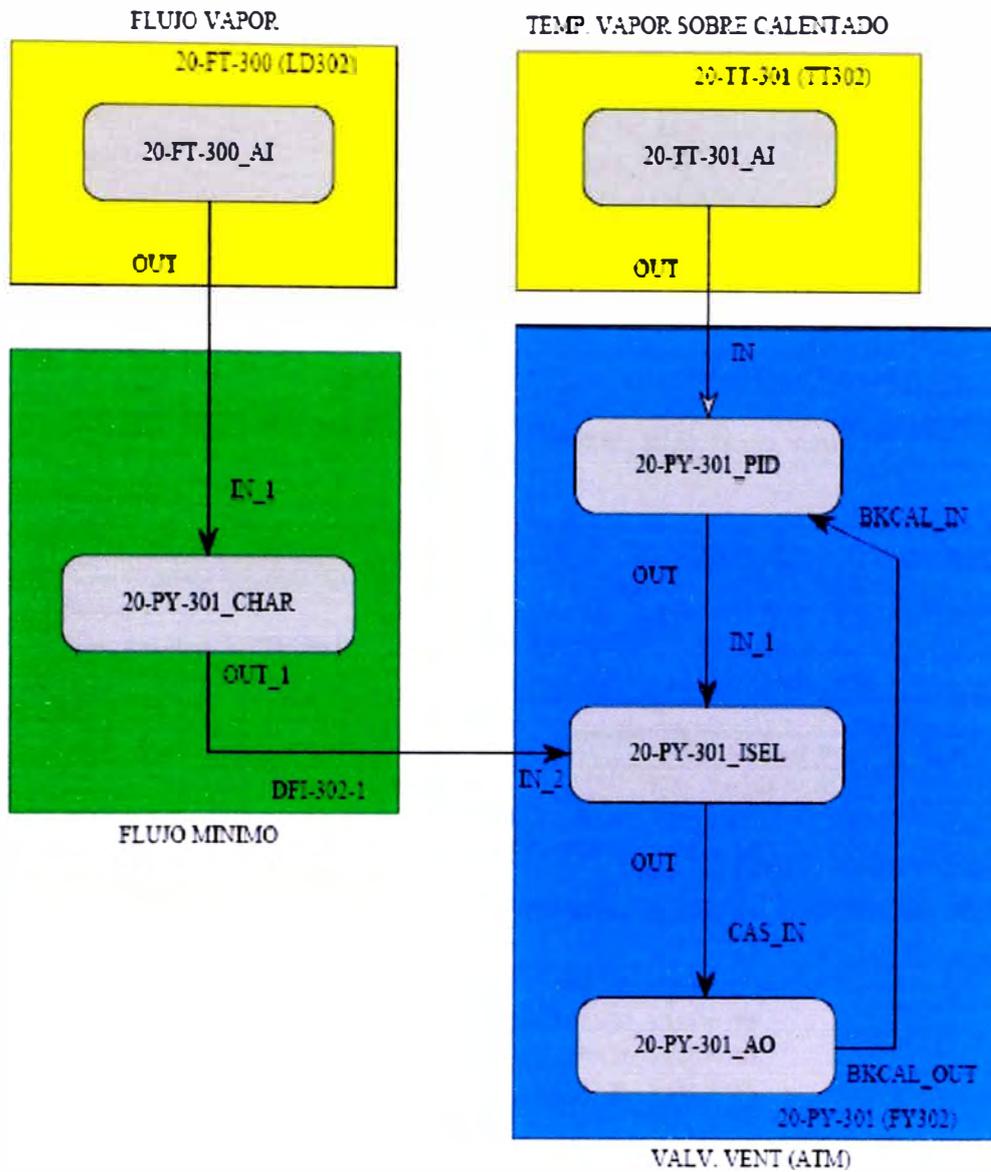
Tabla 14. Dispositivos empleados en el control de flujo mínimo – venteo

TAG	Descripción	Rango	Unid.	Modelo
20-FI-300	Transmisor de flujo	0 - 130	Ton/h	LD302D-21I-BU1I-01/I1/P0
20-TT-301	Transmisor de temperatura Vapor	0 - 430	°C	TT302-11-0/I1/L3/P0/T4
20-PY-301	Posicionador de válvula	100	%	FY302-1I-03/I1/P0

#### 4.6.1. Diagrama de bloques del control



#### 4.6.2. Programación en bloques del controlador



#### 4.6.3. Parámetros Fieldbus del lazo de control

Block: 20-TT-301_AI	Initialized Parameters:
From Control Module: Control de Venteo	MODE_BLK.Target = Auto
From Device: 20-TT-300_301	XD_SCALE.EU at 100% = 450
Block Type: Analog Input	XD_SCALE.EU at 0% = 0
	XD_SCALE.Units Index = °C
	CHANNEL = 2
	L_TYPE = Direct
	OUT_SCALE.EU at 100% = 450
	OUT_SCALE.EU at 0% = 0

<b>Block: 20-PY-301_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control de Venteo From Device: 20-PY-301 Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man PV_SCALE.EU at 100% = 450 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = °C OUT_SCALE.EU at 100% = 10 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = % SP_LO_LIM = 0 SP_HI_LIM = 450 OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 10 BUMPLESS_TYPE = Bumpless CONTROL_OPTS = Direct acting:Track enable
<b>Block: 20-PY-301_ISEL</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control de Venteo From Device: 20-PY-301 Block Type: Input Selector	SELECT_TYPE = Max MODE_BLK.Target = Auto
<b>Block: 20-PY-301_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control de Venteo From Device: 20-PY-301 Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = %
<b>Block: 20-PY-301_CHAR</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control de Venteo From Device: DFI-302-1 Block Type: Signal Characterizer	MODE_BLK.Target = Auto CURVE_X[1] = 0 CURVE_X[2] = 39 CURVE_X[3] = 45 CURVE_X[4] = 48 CURVE_X[5] = 49 CURVE_X[6] = 130 CURVE_Y[1] = 30 CURVE_Y[2] = 30 CURVE_Y[3] = 15 CURVE_Y[4] = 7 CURVE_Y[5] = 0 CURVE_Y[6] = 0

#### 4.6.4. Prueba del lazo y condiciones de seguridad

- Verificar actuación de la válvula, frente al controlador, haciendo que la válvula actúe en modo manual, abriendo 100% y cerrando 0%, para certificar que el controlador está controlando a la válvula.
- Verificar que el flujo y la temperatura indicados por los controladores sean correctos.
- Verificar el funcionamiento en modo Manual/Automático

Figura 28. Respuesta del lazo de control fe flujo mínimo



#### 4.7. Control de agua de lavador de gases

El control del agua de lavador de gases se basa en el flujo de agua enviado por las bombas de lavador de gases. Este control puede recibir un Set point que viene del flujo de vapor generado multiplicado por un valor que es definido por el operador de la planta. Como el flujo de vapor tiene un flujo mínimo de 30 Ton/H garantizado por el control de venteo tendremos siempre un Set point mínimo para el flujo de agua para el lavador de Gases. El factor varía de 0 a 1 (señal de 0 a 100%)

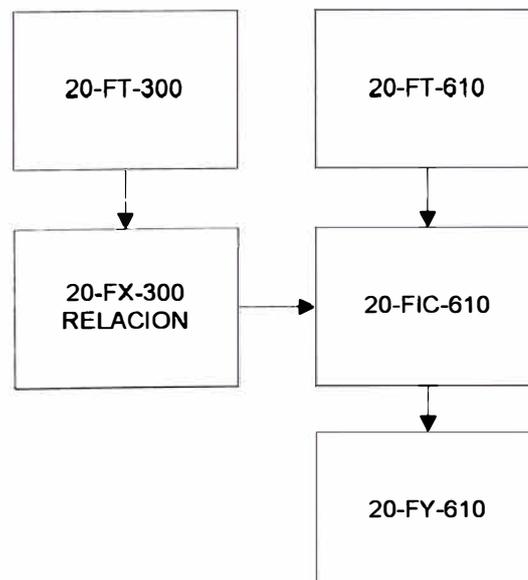
Tabla 15. Dispositivos empleados en el control de flujo mínimo – venteo

TAG	Descripción	Rango	Unid.	Modelo
20-FI-610	Transmisor de flujo de Vapor	0 - 130	Ton/h	LD302D-21I-BU11-01/11/P0
20-FY-610	Posicionador de válvula	100	%	FY302-11-03/11/P0

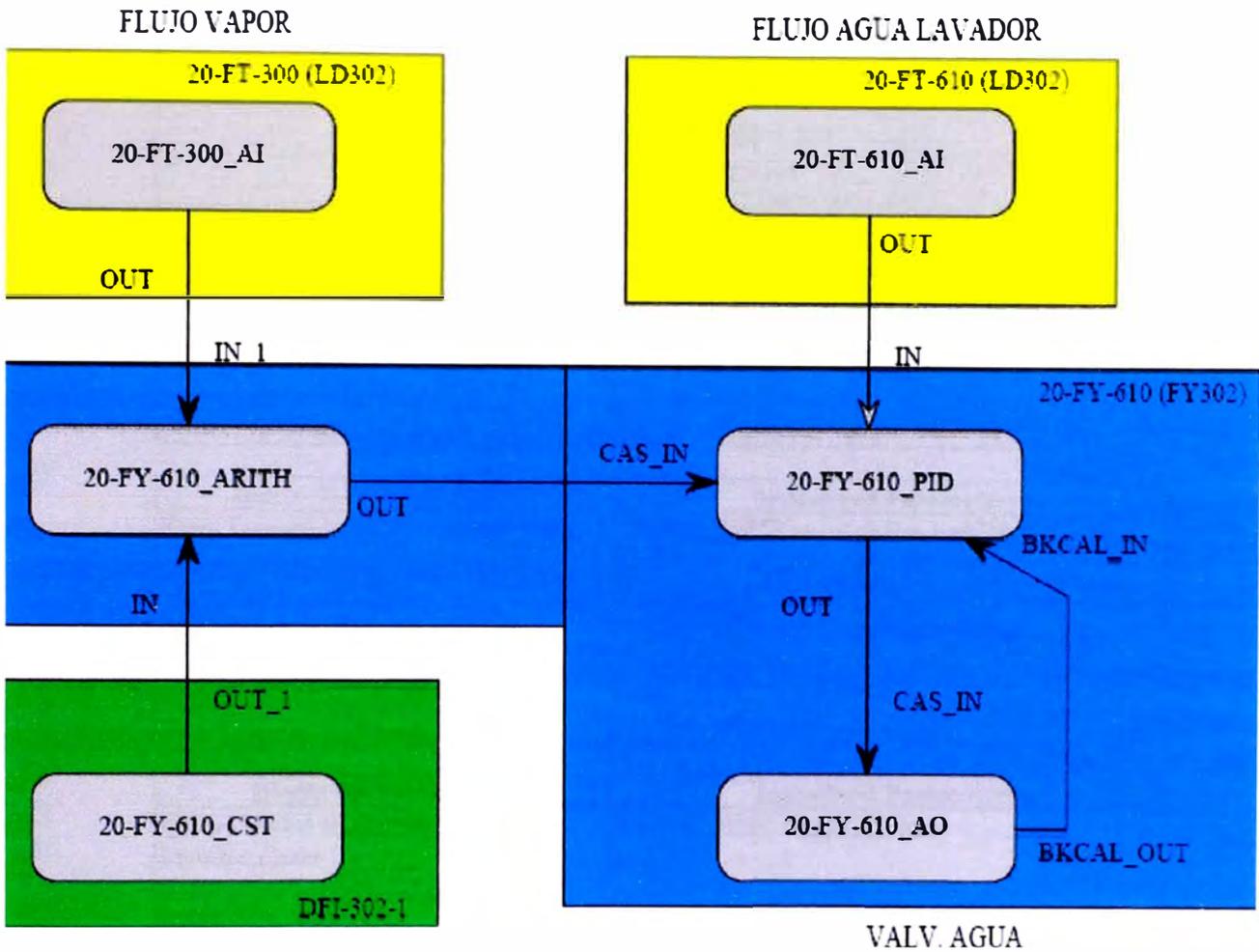
#### 4.7.1. Instalación de transmisores

- La señal del flujo de vapor generado proviene del transmisor de presión diferencial que forma parte del lazo de control de nivel del domo (flujo no compensado)
- En esta instalación utilizamos como medidor de flujo de agua de lavador de Gases una placa orificio con tomas tipo "Flange taps".
- El transmisor de flujo de agua es instalado con el lado "H" (high) aguas arriba de la placa orificio y en el lado "L" (low) aguas abajo de la placa orificio.
- Ambas líneas de conexión del transmisor solo tienen potes de lodo.
- La instalación consta con válvulas de bloqueo para mantenimiento de las líneas de conexión. Estas líneas de conexión deben de tener siempre columnas de agua sin fugas.

#### 4.7.2. Diagrama de bloques del control



### 4.7.3. Programación en bloques del controlador



### 4.7.4. Parámetros Fieldbus del lazo de control

Block: 20-FT-610_AI	Initialized Parameters:
From Control Module: Control Agua Lavador Gases	MODE_BLK.Target = Auto
From Device: 20-FT-610	XD_SCALE.EU at 100% = 7000
Block Type: Analog Input	XD_SCALE.EU at 0% = 0
	XD_SCALE.Units Index = mmH2O (68°F)
	OUT_SCALE.EU at 100% = 240
	OUT_SCALE.EU at 0% = 0
	OUT_SCALE.Units Index = m³/h
	L_TYPE = Indirect Sq Root

<b>Block: 20-FY-610_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Agua Lavador Gases From Device: 20-FY-610 Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man PV_SCALE.EU at 100% = 240 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = m <sup>3</sup> /h OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = % SP_LO_LIM = 0 SP_HI_LIM = 240 OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 100 BUMPLESS_TYPE = Bumpless

<b>Block: 20-FY-610_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Agua Lavador Gases From Device: 20-FY-610 Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = %

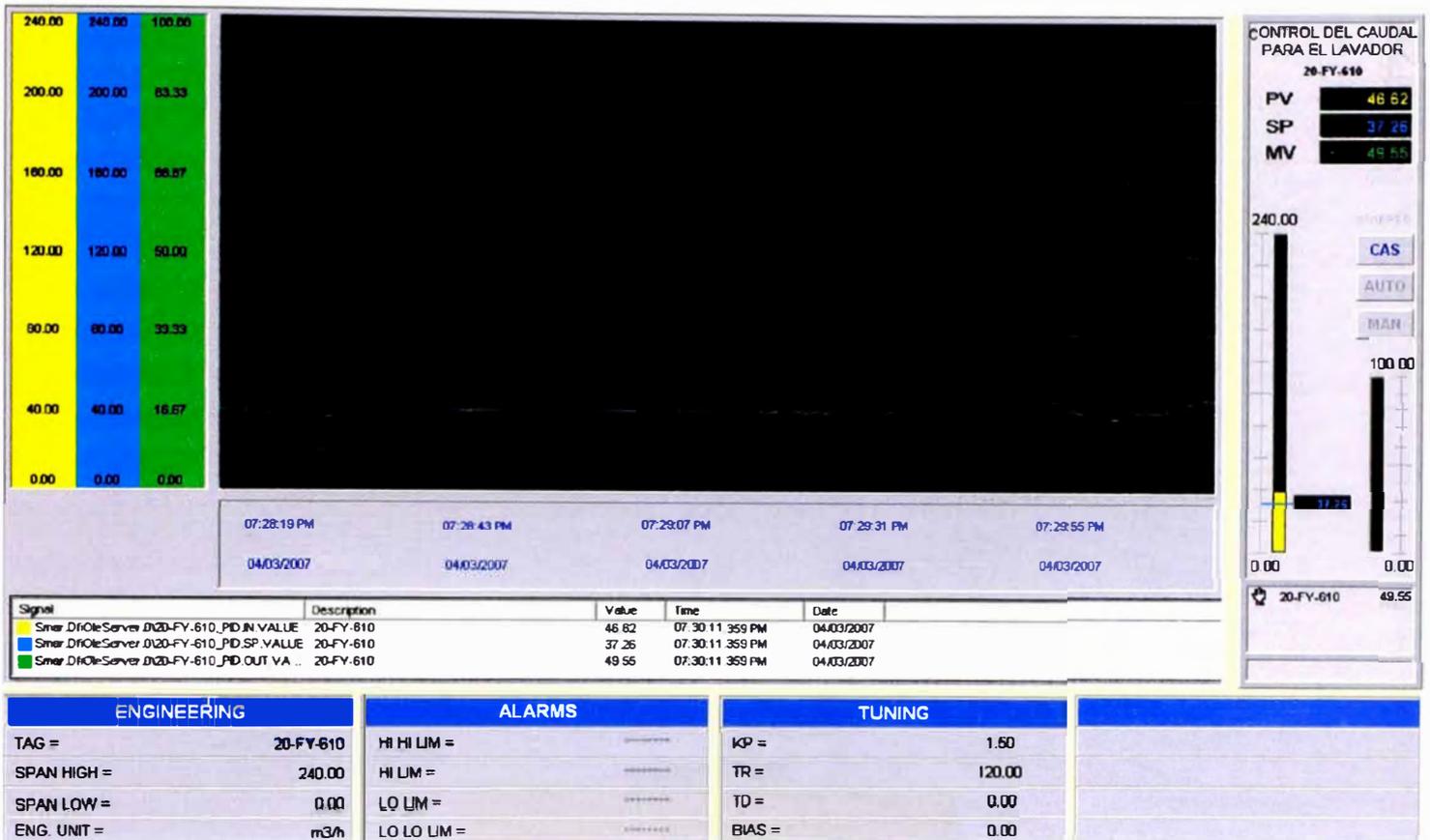
<b>Block: 20-FY-610_ARITH</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Agua Lavador Gases From Device: 20-FY-610 Block Type: Arithmetic	INPUT_OPTS = IN_2 Use bad:IN_3 Use bad GAIN_IN_1 = 1 GAIN = 1.3 ARITH_TYPE = Traditonal summer OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 240 MODE_BLK.Target = Auto

<b>Block: 20-FY-610_CST</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Agua Lavador Gases From Device: DFI-302-1 Block Type: Constant	MODE_BLK.Target = Auto CT_VAL_1 = 0

#### 4.7.5. Prueba del lazo y condiciones de seguridad

- Verificar actuación de la válvula, frente al controlador, haciendo que la válvula actúe en modo manual, abriendo 100% y cerrando 0%, para certificar que el controlador está controlando a la válvula.
- Verificar que los valores de flujo de vapor generado y de flujo de agua de lavador de gases indicados por los controladores sean correctos.
- Verificar el funcionamiento en modo Manual/ Automático

Figura 29. Respuesta del lazo de control agua de lavador de gases



#### 4.8. Lazos de control a implementar en el futuro

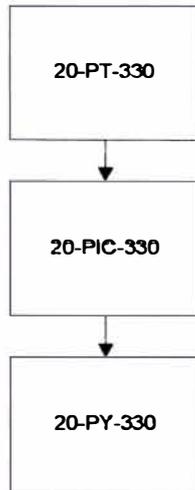
##### 4.8.1. Control de presión de estación reductora

Este control consiste en medir la presión en el colector de vapor de escape del turbogenerador, de las turbinas de los molinos, etc. y controlar la válvula reductora de presión del vapor generado de 450 PSI. para complementación del vapor de escape de 15 PSI. Para proteger la línea de vapor generado, se instalara un transmisor de presión antes de la estación reductora la cual activara una alarma en caso se presente una sobre presión. Para este control los siguientes equipamientos serán utilizados:

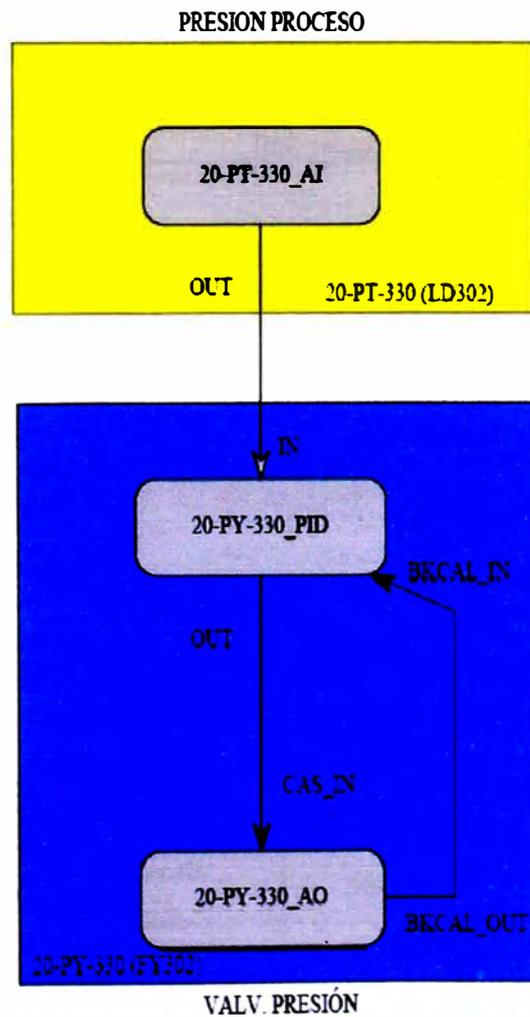
Tabla 16. Dispositivos empleados en el control de presión de estación reductora

TAG	Descripción	Rango	Unid.	Modelo
20-PI-330	Transmisor de presión	50	Kg./cm <sup>2</sup>	LD302M-511-BU11-01/11/P0
20-PY-330	Posicionador de válvula	100	%	FY302-11-03/11/P0

## Diagrama de bloques del control



## Programación en bloques del controlador



### Parámetros Fieldbus del lazo de control

<b>Block: 20-PT-330_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Vapor Processo From Device: 20-PT-330 Block Type: Analog Input	MODE_BLK.Target = Auto XD_SCALE.EU at 100% = 50 XD_SCALE.EU at 0% = 0 XD_SCALE.Units Index = bar L_TYPE = Direct
<b>Block: 20-PY-330_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Vapor Processo From Device: 20-PY-330 Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man SP_LO_LIM = 0 SP_HI_LIM = 50 PV_SCALE.EU at 100% = 50 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = bar OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = % BUMPLESS_TYPE = Bumpless OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 100
<b>Block: 20-PY-330_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Pression Vapor Processo From Device: 20-PY-330 Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = %

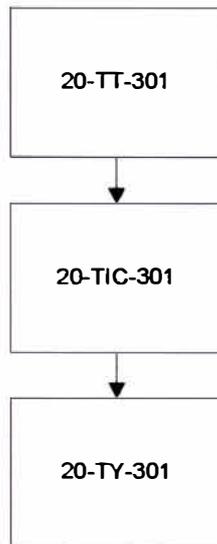
#### 4.8.2. Control de temperatura de vapor sobrecalentado.

Este control consiste en medir la temperatura del vapor sobrecalentado, y controlar el flujo de agua a través de un enfriador, disminuyendo la temperatura del vapor sobrecalentado.

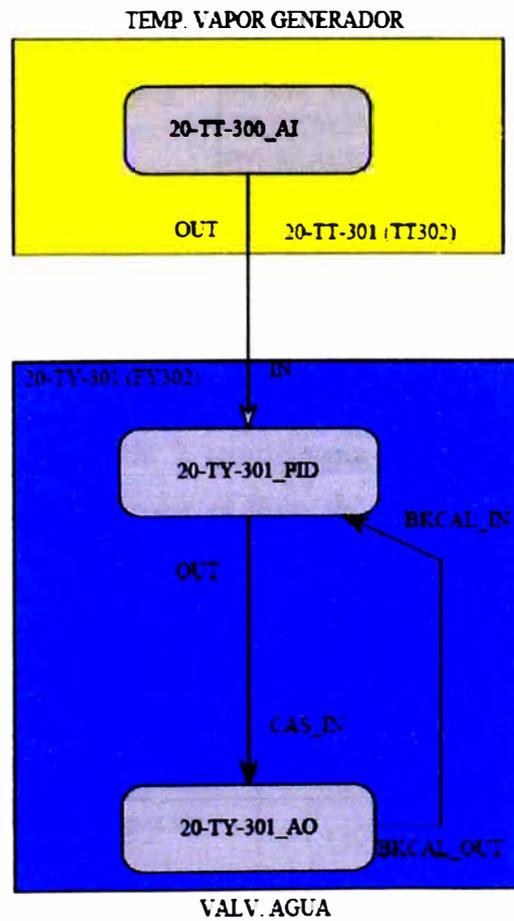
Tabla 17. Dispositivos empleados en el control de temperatura de vapor sobrecalentado

TAG	Descripción	Rango	Unid.	Modelo
20-TT-301	Transmisor de temperatura	0 - 450	°C	TT302-1I-0/I1/P0
20-TY-301	Posicionador de válvula	100	%	FY302-1I-03/I1/P0

## Diagrama de bloques del control



## Programación en bloques del controlador



### Parámetros Fieldbus del lazo de control

<b>Block: 20-TT-300_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Temp Vapor Generador From Device: 20-TT-300_301 Block Type: Analog Input	MODE_BLK.Target = Auto XD_SCALE.EU at 100% = 430 XD_SCALE.EU at 0% = 0 XD_SCALE.Units Index = °C L_TYPE = Direct CHANNEL = 1 OUT_SCALE.EU at 100% = 430 OUT_SCALE.EU at 0% = 0
<b>Block: 20-TY-301_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Temp Vapor Generador From Device: 20-TY-301 Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man SP_LO_LIM = 0 SP_HI_LIM = 430 PV_SCALE.EU at 100% = 430 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = °C OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = % OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 100 BUMPLESS_TYPE = Bumpless CONTROL_OPTS = Direct acting
<b>Block: 20-TY-301_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Temp Vapor Generador From Device: 20-TY-301 Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0

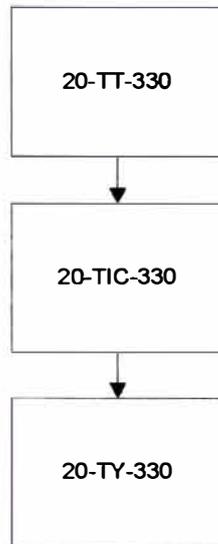
#### 4.8.3. Control de temperatura de vapor para proceso

Este control consiste en medir la temperatura del vapor que va a la fábrica, luego de la estación reductora, y controlar el flujo de agua al enfriador cuyo objetivo es obtener vapor saturado que será consumido por fábrica.

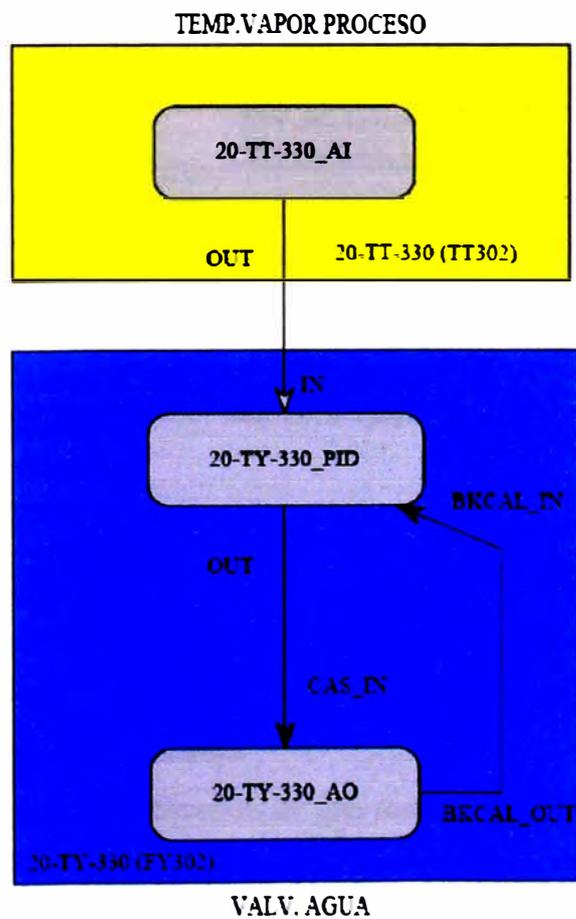
Tabla 18. Dispositivos empleados en el control de temperatura de vapor para proceso

<b>TAG</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rango</b>	<b>Unid.</b>	<b>Modelo</b>
20-TT-330	Transmisor de temperatura	0 - 450	°C	TT302-11-0/I1/P0
20-TY-330	Posicionador de válvula	100	%	FY302-11-03/I1/P0

## Diagrama de bloques del control



## Programación en bloques del controlador



## Parámetros Fieldbus del lazo de control

<b>Block: 20-TT-330_AI</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Temp Vapor Proceso From Device: 20-TT-330 Block Type: Analog Input	MODE_BLK.Target = Auto XD_SCALE.EU at 100% = 370 XD_SCALE.EU at 0% = 0 XD_SCALE.Units Index = °C CHANNEL = 1 L_TYPE = Direct OUT_SCALE.EU at 100% = 370 OUT_SCALE.EU at 0% = 0

<b>Block: 20-TY-330_PID</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Temp Vapor Proceso From Device: 20-TY-330 Block Type: Enhanced PID	MODE_BLK.Target = Man PV_SCALE.EU at 100% = 370 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = °C OUT_SCALE.EU at 100% = 100 OUT_SCALE.EU at 0% = 0 OUT_SCALE.Units Index = % SP_LO_LIM = 0 SP_HI_LIM = 370 BUMPLESS_TYPE = Bumpless OUT_LO_LIM = 0 OUT_HI_LIM = 100 CONTROL_OPTS = Direct acting

<b>Block: 20-TY-330_AO</b>	<b>Initialized Parameters:</b>
From Control Module: Control Temp Vapor Proceso From Device: 20-TY-330 Block Type: Analog Output	MODE_BLK.Target = Cas:Auto PV_SCALE.EU at 100% = 100 PV_SCALE.EU at 0% = 0 PV_SCALE.Units Index = %

### 4.9. Sistema de seguridad del generador de vapor

Por seguridad de operación se tiene una secuencia de arranque del GVA que tendrá que ser respetada.

- Primero se debe encender los dos ventiladores de tiro inducido
- Luego se enciende el ventilador de tiro forzado y ventilador secundario
- Con los ventiladores de aire primario y secundario encendidos se puede encender el ventilador de distribución neumática
- Después que se tiene la confirmación de que todos los motores anteriores estén en funcionamiento recién se puede accionar los motores de los dosificadores de bagazo

El GVA tiene un sistema de seguridad llamado TRIP del Generador, este sistema permite la protección y la seguridad de la operación, evitando riesgos de los equipos y posibles daños causados por eventuales fallas de operación, fallas mecánicas o eléctricas.

El TRIP del Generador se produce cuando hay un nivel muy bajo del domo de vapor, cuando la presión es muy alta en el domo o en caso de un accionamiento manual de TRIP. En caso de TRIP se apagarán los motores en orden inverso al de orden de arranque y la válvula de alimentación de agua al GVA será abierto al 100%.

Adicionalmente se registran las siguientes variables auxiliares:

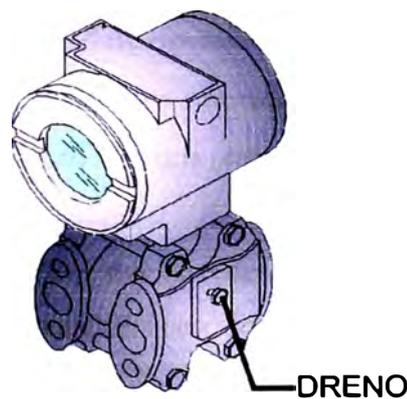
- Presión de aire antes y después de cada precalentador
- Presión de los gases antes y después de cada precalentador
- Presión de los gases antes y después de cada economizador
- Presión del agua de alimentación
- Temperatura del vapor en el domo superior
- Temperatura del aire antes y después de cada precalentador
- Temperatura de los gases antes y después de cada precalentador
- Temperatura del agua antes y después de cada economizador
- Temperatura de los gases luego del economizador
- Temperatura de los gases antes y después del lavador de gases
- Rotación de los dosificadores de bagazo y ventiladores
- Rotación de la turbina de la bomba de agua de alimentación
- Amperaje de los motores (ventiladores, motorreductores y bombas de agua)

#### 4.10. Limpieza de líneas de conexión de transmisores

A continuación se presentan pasos a seguir para la limpieza habitual de las líneas de conexión de los transmisores y controladores usados en la instrumentación del GVA.

- Cerrar las válvulas de bloqueo de las líneas de conexión al controlador
- Cerrar las válvulas de bloqueo del manifold de dos o tres vías junto al controlador y abrir la válvula reguladora.
- Abrir las válvulas de drenaje debajo de los pots de lodo por un lapso de 5 minutos para purgar las líneas de conexión. En caso de incrustación, limpiar la línea con agua o con aire comprimido
- Cerrar estos drenajes, llenar con agua los pots de sello y abrir las válvulas de bloqueo de las líneas de conexión.
- Abrir la válvula de bloqueo del manifold del lado "L", cerrar la válvula reguladora y abrir la válvula de bloqueo del lado "H".
- Retirar bolsas de aire de las líneas de conexión a través de las válvulas de drenaje localizadas en los cuerpos de los transmisores.

Figura 30. Típico transmisor Fieldbus - SMAR



## CONCLUSIONES

Una vez implementados y sintonizados los lazos de control del GVA, aumenta la eficiencia de generación de vapor a un promedio de 86.5% con una relación Vapor Generado/Bagazo consumido de 2.37 que es un valor bastante aceptable. Adicionalmente, gracias al sistema de Control de Combustión y al de Lavado de Gases se logra que los gases emitidos por la chimenea estén dentro de los requerimientos mínimos establecido por entes medioambientales.

Entre los resultados y beneficios obtenidos de la automatización tenemos:

- Mayor eficiencia energética, mejor aprovechamiento de la capacidad instalada y control sobre todo el proceso.
- Centralización de la operación, lo cual permite una toma de decisiones operacionales con mayor certeza.
- Estadística real y confiable de los datos de proceso.
- Mayor cantidad de información sobre el proceso.
- Mayor facilidad de mantenimiento, ya que cada equipo del proceso posee un registro histórico de su funcionamiento y comportamiento.
- Eliminación de los trabajos de rutina que consumen tiempo y atención de los operadores, que podrían dedicar más tiempo a la optimización del proceso.
- Mayor protección y seguridad de operación.
- Incremento del nivel técnico de los operadores y optimización del personal
- Posibilita el establecimiento de una estrategia de operación para cada situación operacional del GVA.
- Posibilita la implementación del Sistema de Gestión Empresarial en la industria, permitiendo la integración del Proceso industrial y de la Administración.

Debido a la posible escasez de energía en el futuro, es recomendable que todos los ingenios azucareros tomen las medidas adecuadas para convertirse en generadores netos de energía. Se deben realizar con mucho criterio los análisis económicos de las inversiones requeridas para poder vender electricidad o energía. Por lo tanto es recomendable que la conversión de un Ingenio azucarero convencional a un Ingenio altamente eficiente en el uso de energía sea realizada en etapas.

## BIBLIOGRAFIA

### Textos y manuales:

- Fieldbus for Process Control: Engineering, Operation and Maintenance  
*The instrumentation, Systems and Automation Society (ISA) – Jonas Berge*
- The Fieldbus Book - Year 2002 edition  
*By SMAR Equipamentos Industriais*
- Manual de Treinamento – Instrumentação para Caldeiras  
*Centro de Treinamento SMAR 2005 – Rev. 2.1*
- Manual de Operación - SMAR  
*SMAR - E.A-OM-05.01339-01 Rev. 0/27-03-2006*
- Procedimiento para Operação  
*C.B.Serv 2006 - Ney Prieto Peres - Diseñador*
- Proyecto generador de vapor CBS 120 TON/H – N° 13.012/06  
*C.B.Serv 2006 - Ney Prieto Peres - Diseñador*
- Manual para Ingenieros Azucareros.  
*Hugot, Emile*  
*2a. impresión, 1964, Compañía Editorial Continental, México.*
- Manual del azúcar de caña.  
*James C. P. Chen*  
*1a. reimpression, 1997, Compañía Editorial Limusa, México.*

## Artículos

- “Conversion of a convencional sugar factory to high efficient energy use”  
*Ing. Florenal Zarpelon y el Ing. Pablo Noriega Jr. - Brasil*
- “Bagasse – Fired boiler design with reference to Co – Generation”  
*Ing. Norman Magasiner – INT. Sugar. JNL., 1996, Vol. 98, N°. 1167*
- Modeling combustion variables in bagasse – fired furnace  
*Ing. M. Luo, B.R. Stanmore y T. Dixon.*

## Páginas web:

- [www.smar.com.pe](http://www.smar.com.pe)
- [www.fieldbus.org](http://www.fieldbus.org)

**ANEXO - A**

**DESIGNACIÓN DE LOS CANALES FF  
PROYECTO PARAMONGA**

## DESIGNACIÓN DE LOS CANALES FIELDBUS

CANALES	TAG DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN
CANAL 01	DF51	
	20-FT-610	Transmisor de flujo de agua para Lavador de Gases
	20-FT-300	Transmisor de flujo de Vapor Generado
	20-FY-100	Posicionador válvula de Agua de alimentación
	20-LT-200A	Transmisor nivel del Domo A
	20-LT-200B	Transmisor nivel del Domo B
	20-FT-100	Transmisor de flujo de Agua de alimentación
	20-FY-610	Posicionador válvula de agua para Lavador de Gases
CANAL 02	DF51	
	20-PY-600A_B	Comando para variadores de velocidad de ventiladores de Tiro Inducido
	20-PY-550_501	Comando para variadores de velocidad de ventiladores Primario y Secundario
	20-PT-600	Transmisor de presión del Hogar
	20-PT-300	Transmisor de presión de Vapor Generado
	20-SY-300-1	Comando para variadores de velocidad de Dosificadores
	20-SY-300-2	Comando para variadores de velocidad de Dosificadores
	20-PT-551	Transmisor de presión de aire de ventilador Neumático.
CANAL 03	DF51	
	20-LY-450	Posicionador válvula de Agua para Desaireador
	20-PT-451	Transmisor de presión de Agua de Recirculación
	20-LT-450	Transmisor de nivel de Desaireador
	20-PY-451	Posicionador válvula de agua de recirculación
	20-PY-251	Posicionador válvula de vapor para Sopladores de Hollín
	20-LT-452	Transmisor de nivel de tanque de purga continua e intermitente
	20-LY-452	Posicionador válvula de purga del tanque de purga continua e intermitente
	20-PT-251	Transmisor de presión de línea de Sopladores de Hollín
CANAL 04	DF51	
	20-TT-330	Transmisor de temperatura de vapor para proceso
	20-TY-330	Posicionador válvula de agua para enfriador de vapor para proceso
	20-PY-330	Posicionador válvula de Estación reductora de presión
	20-PY-301	Posicionador válvula de venteo
	20-PT-330	Transmisor de presión de vapor generado
	20-TT-300_301	Transmisor de temperatura de vapor generado
	20-TY-301	Posicionador válvula de agua para enfriador de vapor generado

CANALES	TAG DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN
<b>CANAL 05</b>	<b>DF51</b> 20-TT-607	Transmisor de temperatura de gases después de Lavador de Gases
	20-TT-606	Transmisor de temperatura de gases después de Economizador 3
	20-TT-604_605	Transmisor de temperatura de gases después de Pre-Calentador 2 y Economizador 2
	20-PT-550	Transmisor de presión de aire de ventilador secundario antes de Pre-Calentador
	20-PT-500	Transmisor de presión de aire de ventilador primario antes de Pre-Calentador
	20-TT-500_550	Transmisor de temperatura de aire de ventiladores primario y secundario antes de Pre-Calentadores
	20-PT-607	Transmisor de presión de gases después de Lavador de Gases
	20-PT-605	Transmisor de presión de gases después de Economizador 2
	20-PT-606	Transmisor de presión de gases después de Economizador 3
	20-PT-604	Transmisor de presión de gases después de Pre- calentador de aire
<b>CANAL 06</b>	<b>DF51</b> 20-PT-601	Transmisor de presión de gases a la salida de la caldera
	20-TT-100	Transmisor de temperatura de agua de alimentación antes de economizador 3
	20-TT-102_103	Transmisor de temperatura de agua de alimentación antes de economizador 2 y economizador 1
	20-TT-560	Transmisor de temperatura de aire de ventilador secundario antes de Pre-Calentador
	20-TT-501_603	Transmisor de temperatura de aire de ventilador primario después de Pre-Calentador
	20-TT-551_602	Transmisor de temperatura de aire de ventilador secundario después de Pre-Calentador
	20-PT-200	Transmisor de presión de agua de alimentación
	20-PT-560	Transmisor de presión de aire de distribución neumática
	20-PT-603	Transmisor de presión de gases después de Pre calentador de aire
	20-PT-602	Transmisor de presión de gases después de Economizador 1
	20-PT-501	Transmisor de presión de aire de ventilador primario después de Pre-Calentador
	20-TT-601	Transmisor de temperatura de gases a la salida de la caldera
	20-TT-600	Transmisor de temperatura de gases en el horno de la caldera
20-TT-101	Transmisor de temperatura de agua de alimentación después de economizador 3	
<b>CANAL 07</b>	<b>DF51</b> 20-LT-400	Transmisor de nivel de Tanque 540 m3
<b>CANAL 08</b>	<b>DF51</b> Reserva	

**ANEXO - B**

**DESIGNACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC  
PROYECTO PARAMONGA**

<b>Rack = 0 Slot = 0 PS-AC-R</b>			
<b>Rack = 0 Slot = 1 CPU-700-E3</b>			
<b>Rack = 0 Slot = 2 MB-700</b>			
<b>Rack = 0 Slot = 3 M-013</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-HIS-100A	PM-100A - Motobomba 1	ENTRADA DIGITAL
Input 2	20-HIS-100B	PM-100B - Motobomba 2	ENTRADA DIGITAL
Input 3	20-HIS-501	PM-501- Ventilador de Tiro Forzado	ENTRADA DIGITAL
Input 4	20-HIS-550	PM-550- Ventilador de Aire Secundario	ENTRADA DIGITAL
Input 5	20-HIS-600A	PM-600A- Ventilador de Tiro Inducido 1	ENTRADA DIGITAL
Input 6	20-HIS-600B	PM-600B- Ventilador de Tiro Inducido 2	ENTRADA DIGITAL
Input 7	20-LSH-200	Domo de Vapor	ENTRADA DIGITAL
Input 8	20-LSH-450	Desaireador	ENTRADA DIGITAL
Input 9	20-LSHH-200	Domo de Vapor	ENTRADA DIGITAL
Input 10	20-LSI-200	Domo de Vapor	ENTRADA DIGITAL
Input 11	20-LSI-450	Desaireador	ENTRADA DIGITAL
Input 12	20-LSLI-200	Domo de Vapor	ENTRADA DIGITAL
Input 13	20-PSH-200	Domo de Vapor	ENTRADA DIGITAL
Input 14	20-PSI-200	Domo de Vapor	ENTRADA DIGITAL
Input 15	20-PSI-251	Vapor Soplador Hollín	ENTRADA DIGITAL
Input 16	20-XAS-100A	PM-100A - Motobomba 1	ENTRADA DIGITAL
<b>Rack = 1 Slot = 0 M-013</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-XAS-100B	PM-100B - Motobomba 2	ENTRADA DIGITAL
Input 2	20-XAS-200A	PM-200A - Estera 1	ENTRADA DIGITAL
Input 3	20-XAS-200B	PM-200B - Estera 2	ENTRADA DIGITAL
Input 4	20-XAS-200C	PM-200C - Estera 3	ENTRADA DIGITAL
Input 5	20-XAS-200D	PM-200D - Estera 4	ENTRADA DIGITAL
Input 6	20-XAS-200E	PM-200E - Estera 5	ENTRADA DIGITAL
Input 7	20-XAS-200F	PM-200F - Estera 6	ENTRADA DIGITAL
Input 8	20-XAS-300A	PM-300A- Alimentadores de dosificación 1	ENTRADA DIGITAL
Input 9	20-XAS-300B	PM-300B - Alimentadores de dosificación 2	ENTRADA DIGITAL
Input 10	20-XAS-300C	PM-300C - Alimentadores de dosificación 3	ENTRADA DIGITAL
Input 11	20-XAS-300D	PM-300D - Alimentadores de dosificación 4	ENTRADA DIGITAL
Input 12	20-XAS-300E	PM-300E - Alimentadores de dosificación 5	ENTRADA DIGITAL
Input 13	20-XAS-300F	PM-300F - Alimentadores de dosificación 6	ENTRADA DIGITAL
Input 14	20-XAS-501	PM-501- Ventilador de Tiro Forzado	ENTRADA DIGITAL
Input 15	20-XAS-550	PM-550- Ventilador de Aire Secundario	ENTRADA DIGITAL
Input 16	20-XAS-560	PM-560- Ventilador de Distribución Neumática	ENTRADA DIGITAL
<b>Rack = 1 Slot = 1 M-013</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-XAS-600A	PM-600A- Ventilador de Tiro Inducido 1	ENTRADA DIGITAL
Input 2	20-XAS-600B	PM-600B- Ventilador de Tiro Inducido 2	ENTRADA DIGITAL
Input 3	20-XHS-100A	PM-100A - Motobomba 1	ENTRADA DIGITAL
Input 4	20-XHS-100B	PM-100B - Motobomba 2	ENTRADA DIGITAL
Input 5	20-XHS-200A	PM-200A - Estera 1	ENTRADA DIGITAL
Input 6	20-XHS-200B	PM-200B - Estera 2	ENTRADA DIGITAL
Input 7	20-XHS-200C	PM-200C - Estera 3	ENTRADA DIGITAL
Input 8	20-XHS-200D	PM-200D - Estera 4	ENTRADA DIGITAL
Input 9	20-XHS-200E	PM-200E - Estera 5	ENTRADA DIGITAL
Input 10	20-XHS-200F	PM-200F - Estera 6	ENTRADA DIGITAL
Input 11	20-XHS-300A	PM-300A- Alimentadores de dosificación 1	ENTRADA DIGITAL
Input 12	20-XHS-300B	PM-300B - Alimentadores de dosificación 2	ENTRADA DIGITAL
Input 13	20-XHS-300C	PM-300C - Alimentadores de dosificación 3	ENTRADA DIGITAL
Input 14	20-XHS-300D	PM-300D - Alimentadores de dosificación 4	ENTRADA DIGITAL
Input 15	20-XHS-300E	PM-300E - Alimentadores de dosificación 5	ENTRADA DIGITAL
Input 16	20-XHS-300F	PM-300F - Alimentadores de dosificación 6	ENTRADA DIGITAL

Rack = 1 Slot = 2 M-013

	TAG	DESCRIPTION	SIGNAL
Input 1	20-XHS-501	PM-501- Ventilador de Tiro Forzado	ENTRADA DIGITAL
Input 2	20-XHS-550	PM-550- Ventilador de Aire Secundario	ENTRADA DIGITAL
Input 3	20-XHS-560	PM-560- Ventilador de Distribucion Neumatica	ENTRADA DIGITAL
Input 4	20-XHS-600A	PM-600A- Ventilador de Tiro Inducido 1	ENTRADA DIGITAL
Input 5	20-XHS-600B	PM-600B- Ventilador de Tiro Inducido 2	ENTRADA DIGITAL
Input 6	20-XS-100A	PM-100A - Motobomba 1	ENTRADA DIGITAL
Input 7	20-XS-100B	PM-100B - Motobomba 2	ENTRADA DIGITAL
Input 8	20-XS-200A	PM-200A - Estera 1	ENTRADA DIGITAL
Input 9	20-XS-200B	PM-200B - Estera 2	ENTRADA DIGITAL
Input 10	20-XS-200C	PM-200C - Estera 3	ENTRADA DIGITAL
Input 11	20-XS-200D	PM-200D - Estera 4	ENTRADA DIGITAL
Input 12	20-XS-200E	PM-200E - Estera 5	ENTRADA DIGITAL
Input 13	20-XS-200F	PM-200F - Estera 6	ENTRADA DIGITAL
Input 14	20-XS-300A	PM-300A- Alimentadores de dosificacion 1	ENTRADA DIGITAL
Input 15	20-XS-300B	PM-300B - Alimentadores de dosificacion 2	ENTRADA DIGITAL
Input 16	20-XS-300C	PM-300C - Alimentadores de dosificacion 3	ENTRADA DIGITAL

Rack = 1 Slot = 3 M-013

	TAG	DESCRIPTION	SIGNAL
Input 1	20-XS-300D	PM-300D - Alimentadores de dosificacion 4	ENTRADA DIGITAL
Input 2	20-XS-300E	PM-300E - Alimentadores de dosificacion 5	ENTRADA DIGITAL
Input 3	20-XS-300F	PM-300F - Alimentadores de dosificacion 6	ENTRADA DIGITAL
Input 4	20-XS-501	PM-501- Ventilador de Tiro Forzado	ENTRADA DIGITAL
Input 5	20-XS-550	PM-550- Ventilador de Aire Secundario	ENTRADA DIGITAL
Input 6	20-XS-560	PM-560- Ventilador de Distribucion Neumatica	ENTRADA DIGITAL
Input 7	20-XS-600A	PM-600A- Ventilador de Tiro Inducido 1	ENTRADA DIGITAL
Input 8	20-XS-600B	PM-600B- Ventilador de Tiro Inducido 2	ENTRADA DIGITAL
Input 9	20-ZSA-001	20-SF-001 - Soprador de Hollin Retractiv Caldera	ENTRADA DIGITAL
Input 10	20-ZSA-002	20-SF-002 - Soprador de Hollin Retractiv Caldera	ENTRADA DIGITAL
Input 11	20-ZSA-200	20-KY-200 - Llave de fin de curso Valv. Abierto	ENTRADA DIGITAL
Input 12	20-ZSA-250	20-XV-250 - Llave de fin de curso Valv. Vapor Abierto	ENTRADA DIGITAL
Input 13	20-ZSA-255	20-XV-255 - Llave de fin de curso Dreno Izquierdo Abierto	ENTRADA DIGITAL
Input 14	20-ZSA-260	20-XV-260 - Llave de fin de curso Dreno Derecho Abierto	ENTRADA DIGITAL
Input 15	20-ZSC-001A	20-PA-001A - Parrilla 1A	ENTRADA DIGITAL
Input 16	20-ZSC-001B	20-PA-001B - Parrilla 1B	ENTRADA DIGITAL

Rack = 2 Slot = 0 M-013

	TAG	DESCRIPTION	SIGNAL
Input 1	20-ZSC-002A	20-PA-002A - Parrilla 2A	ENTRADA DIGITAL
Input 2	20-ZSC-002B	20-PA-002B - Parrilla 2B	ENTRADA DIGITAL
Input 3	20-ZSC-003A	20-PA-003A - Parrilla 3A	ENTRADA DIGITAL
Input 4	20-ZSC-003B	20-PA-003B - Parrilla 3B	ENTRADA DIGITAL
Input 5	20-ZSC-004A	20-PA-004A - Parrilla 4A	ENTRADA DIGITAL
Input 6	20-ZSC-004B	20-PA-004B - Parrilla 4B	ENTRADA DIGITAL
Input 7	20-ZSC-005A	20-PA-005A - Parrilla 5A	ENTRADA DIGITAL
Input 8	20-ZSC-005B	20-PA-005B - Parrilla 5B	ENTRADA DIGITAL
Input 9	20-ZSC-006A	20-PA-006A - Parrilla 6A	ENTRADA DIGITAL
Input 10	20-ZSC-006B	20-PA-006B - Parrilla 6B	ENTRADA DIGITAL
Input 11	20-ZSC-200	20-KY-200 - Llave de fin de curso Valv. Cerrada	ENTRADA DIGITAL
Input 12	20-ZSH-250	20-XV-250 - Llave de fin de curso Valv. Vapor	ENTRADA DIGITAL
Input 13	20-ZSL-255	20-XV-255 - Llave de fin de curso Dreno Izquierdo	ENTRADA DIGITAL
Input 14	20-ZSL-260	20-XV-260 - Llave de fin de curso Dreno Derecho	ENTRADA DIGITAL
Input 15	20-ZSM-005	20-SF-005 - Soprador de Hollin Fijo Caldera	ENTRADA DIGITAL
Input 16	20-ZSM-006	20-SF-006 - Soprador de Hollin Fijo Caldera	ENTRADA DIGITAL

<b>Rack = 2 Slot = 1 M-013</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-ZSM-007	20-SF-007 - Soplador de Hollín Fijo Caldera	ENTRADA DIGITAL
Input 2	20-ZSM-008	20-SF-008 - Soplador de Hollín Fijo Caldera	ENTRADA DIGITAL
Input 3	20-ZSM-009	20-SF-009 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 4	20-ZSM-010	20-SF-010 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 5	20-ZSM-011	20-SF-011 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 6	20-ZSM-012	20-SF-012 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 7	20-ZSM-013	20-SF-013 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 8	20-ZSM-014	20-SF-014 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 9	20-ZSM-015	20-SF-015 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 10	20-ZSM-016	20-SF-016 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 11	20-ZSM-017	20-SF-017 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 12	20-ZSM-018	20-SF-018 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 13	20-ZSM-019	20-SF-019 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 14	20-ZSM-020	20-SF-020 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	ENTRADA DIGITAL
Input 15	20-ZSR-001	20-SF-001 - Soplador de Hollín Retractiv Caldera	ENTRADA DIGITAL
Input 16	20-ZSR-002	20-SF-002 - Soplador de Hollín Retractiv Caldera	ENTRADA DIGITAL

<b>Rack = 2 Slot = 2 M-013</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-ZSC-265	1.lave de fin de curso de cerrado Val. Dreno 3	ENTRADA DIGITAL
Input 2	20-ZSI-265	1.lave de fin de curso de abierto Val. Dreno 3	ENTRADA DIGITAL
Input 3	20-XS-540	PM-540 Bomba del tanque de condensado - Sello	ENTRADA DIGITAL
Input 4	20-XAS-540	PM-540 Bomba del tanque de condensado - Fallo	ENTRADA DIGITAL
Input 5	20-XS-350	PM-350 Motor Eje Cardan - Sello	ENTRADA DIGITAL
Input 6	20-XAS-350	PM-350 Motor Eje Cardan - Fallo	ENTRADA DIGITAL
Input 7	20-PSI-540	Switch de presión baja de condensado	ENTRADA DIGITAL
Input 8	SPARE		ENTRADA DIGITAL
Input 9	SPARE		ENTRADA DIGITAL
Input 10	SPARE		ENTRADA DIGITAL
Input 11	SPARE		ENTRADA DIGITAL
Input 12	SPARE		ENTRADA DIGITAL
Input 13	SPARE		ENTRADA DIGITAL
Input 14	SPARE		ENTRADA DIGITAL
Input 15	SPARE		ENTRADA DIGITAL
Input 16	SPARE		ENTRADA DIGITAL

**Rack = 2 Slot = 3 M-000**

<b>Rack = 3 Slot = 0 M-123</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-KY-200	Purga del Domo de Agua	SALIDA DIGITAL
Input 2	20-PA-001A	20-PA-001A - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 3	20-PA-001B	20-PA-001B - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 4	20-PA-002A	20-PA-002A - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 5	20-PA-002B	20-PA-002B - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 6	20-PA-003A	20-PA-003A - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 7	20-PA-003B	20-PA-003B - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 8	20-PA-004A	20-PA-004A - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 9	20-PA-004B	20-PA-004B - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 10	20-PA-005A	20-PA-005A - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 11	20-PA-005B	20-PA-005B - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 12	20-PA-006A	20-PA-006A - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 13	20-PA-006B	20-PA-006B - Parrilla	SALIDA DIGITAL
Input 14	SPARE	LIBRE	SALIDA DIGITAL
Input 15	20-SF-001	20-SF-001 - Soplador de Hollín Retractiv Caldera - Avanzar	SALIDA DIGITAL
Input 16	20-SF-002	20-SF-002 - Soplador de Hollín Retractiv Caldera - Avanzar	SALIDA DIGITAL

<b>Rack = 3      Slot = 1      M-123</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-SF-005	20-SF-005 - Soplador de Hollín Fijo Caldera	SALIDA DIGITAL
Input 2	20-SF-006	20-SF-006 - Soplador de Hollín Fijo Caldera	SALIDA DIGITAL
Input 3	20-SF-007	20-SF-007 - Soplador de Hollín Fijo Caldera	SALIDA DIGITAL
Input 4	20-SF-008	20-SF-008 - Soplador de Hollín Fijo Caldera	SALIDA DIGITAL
Input 5	20-SF-009	20-SF-009 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
Input 6	20-SF-010	20-SF-010 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
Input 7	20-SF-011	20-SF-011 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
Input 8	20-SF-012	20-SF-012 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
Input 9	20-SF-013	20-SF-0131 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
Input 10	20-SF-014	20-SF-014 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
Input 11	20-SF-015	20-SF-015 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
Input 12	20-SF-016	20-SF-016 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
Input 13	20-SF-017	20-SF-017 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
Input 14	20-SF-018	20-SF-018 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
Input 15	20-SF-019	20-SF-019 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
Input 16	20-SF-020	20-SF-020 - Soplador de Hollín Fijo Economizadores	SALIDA DIGITAL
<b>Rack = 3      Slot = 2      M-123</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-XMP-100	PM-100 - Turbo Bomba	SALIDA DIGITAL
Input 2	20-XMP-200A	PM-200A - Estera 1	SALIDA DIGITAL
Input 3	20-XMP-200B	PM-200B - Estera 2	SALIDA DIGITAL
Input 4	20-XMP-200C	PM-200C - Estera 3	SALIDA DIGITAL
Input 5	20-XMP-200D	PM-200D - Estera 4	SALIDA DIGITAL
Input 6	20-XMP-200E	PM-200E - Estera 5	SALIDA DIGITAL
Input 7	20-XMP-200F	PM-200F - Estera 6	SALIDA DIGITAL
Input 8	20-XMP-560	PM-560 - Ventilador de Distribución Neumática	SALIDA DIGITAL
Input 9	20-XY-250	20-XV-250 - Válvula de Vapor Sopladores	SALIDA DIGITAL
Input 10	20-XY-255	20-XV-255 - Válvula de Dreno Lado Izquierdo	SALIDA DIGITAL
Input 11	20-XY-260	20-XV-260 - Válvula de Dreno Lado Derecho	SALIDA DIGITAL
Input 12	20-SF-001	20-SF-001 - Soplador de Hollín Retractiv Caldera - Recular	SALIDA DIGITAL
Input 13	20-SF-002	20-SF-002 - Soplador de Hollín Retractiv Caldera - Recular	SALIDA DIGITAL
Input 14	20-XY-265	20-XV-265 - Válvula de Vapor Sopladores	SALIDA DIGITAL
Input 15	20-XMP-540	PM-540 - Bomba Tanque de Condensado	SALIDA DIGITAL
Input 16	20-XMP-350	PM-350 - Motor Eje Cardan	SALIDA DIGITAL
<b>Rack = 3      Slot = 3      M-123</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-XMP-100A	PM-100A - Motobomba 1 - 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 2	20-XMP-100B	PM-100B - Motobomba 2 - 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 3	20-XMP-300A	PM-300A - Alimentadores de Dosificación 1- 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 4	20-XMP-300B	PM-300B - Alimentadores de Dosificación 2- 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 5	20-XMP-300C	PM-300C - Alimentadores de Dosificación 3- 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 6	20-XMP-300D	PM-300D - Alimentadores de Dosificación 4- 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 7	20-XMP-300E	PM-300E - Alimentadores de Dosificación 5- 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 8	20-XMP-300F	PM-300F - Alimentadores de Dosificación 6- 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 9	20-XMP-501	PM-501 - Ventilador de Tiro Forzado- 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 10	20-XMP-550	PM-550 - Ventilador de Aire Secundario- 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 11	20-XMP-600A	PM-600A - Ventilador de Tiro Inducido 1- 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 12	20-XMP-600B	PM-600B - Ventilador de Tiro Inducido 2- 24 Vdc	SALIDA DIGITAL
Input 13	SPARE		SALIDA DIGITAL
Input 14	SPARE		SALIDA DIGITAL
Input 15	SPARE		SALIDA DIGITAL
Input 16	SPARE		SALIDA DIGITAL

<b>Rack = 4 Slot = 0 PS-AC-R</b>			
<b>Rack = 4 Slot = 1 M-000</b>			
<b>Rack = 4 Slot = 2 M-303</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-PI-100	PM-100 - Señal de velocidad de la Turbobomba	ENTRADA DE PULSO
Input 2	20-PI-100A	PM-100A - Señal de velocidad de la Motobomba 01	ENTRADA DE PULSO
Input 3	20-PI-100B	PM-100B - Señal de velocidad de la Motobomba 02	ENTRADA DE PULSO
Input 4	20-PI-501	PM-501 - Señal de velocidad de el Vent. Tiro Forzado	ENTRADA DE PULSO
Input 5	20-PI-550	PM-550 - Señal de velocidad de el Vent. Secundario	ENTRADA DE PULSO
Input 6	20-PI-560	PM-560 - Señal de velocidad de el Vent. Neumática	ENTRADA DE PULSO
Input 7	20-PI-600A	PM-600A - Señal de velocidad de el Vent. Tiro Inducido 1	ENTRADA DE PULSO
Input 8	20-PI-600B	PM-600B - Señal de velocidad de el Vent. Tiro Inducido 2	ENTRADA DE PULSO
Input 9	SPARE		ENTRADA DE PULSO
Input 10	SPARE		ENTRADA DE PULSO
Input 11	SPARE		ENTRADA DE PULSO
Input 12	SPARE		ENTRADA DE PULSO
Input 13	SPARE		ENTRADA DE PULSO
Input 14	SPARE		ENTRADA DE PULSO
Input 15	SPARE		ENTRADA DE PULSO
Input 16	SPARE		ENTRADA DE PULSO
<b>Rack = 4 Slot = 3 M-401-DR</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-IT-100A	PM-100A Amperios Moto-Bomba Agua de Alimentación de Caldera	ENTRADA ANALÓGICA
Input 2	20-IT-100B	PM-100B Amperios Moto-Bomba Agua de Alimentación de Caldera	ENTRADA ANALÓGICA
Input 3	20-IT-200A	PM-200A Amperios Estera 1	ENTRADA ANALÓGICA
Input 4	20-IT-200B	PM-200B Amperios Estera 2	ENTRADA ANALÓGICA
Input 5	20-IT-200C	PM-200C Amperios Estera 3	ENTRADA ANALÓGICA
Input 6	20-IT-200D	PM-200D Amperios Estera 4	ENTRADA ANALÓGICA
Input 7	20-IT-200E	PM-200E Amperios Estera 5	ENTRADA ANALÓGICA
Input 8	20-IT-200F	PM-200F Amperios Estera 6	ENTRADA ANALÓGICA
<b>Rack = 5 Slot = 0 M-401-DR</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-IT-300A	PM-300A Amperios	ENTRADA ANALÓGICA
Input 2	20-IT-300B	PM-300B Amperios	ENTRADA ANALÓGICA
Input 3	20-IT-300C	PM-300C Amperios	ENTRADA ANALÓGICA
Input 4	20-IT-300D	PM-300D Amperios	ENTRADA ANALÓGICA
Input 5	20-IT-300E	PM-300E Amperios	ENTRADA ANALÓGICA
Input 6	20-IT-300F	PM-300F Amperios	ENTRADA ANALÓGICA
Input 7	20-IT-501	PM-501 Amperios Motor Tiro Forzado	ENTRADA ANALÓGICA
Input 8	20-IT-550	PM-550 Amperios Ventilador Ante Tiro Turbulencia	ENTRADA ANALÓGICA
<b>Rack = 5 Slot = 1 M-401-DR</b>			
	<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SEÑAL</b>
Input 1	20-ST-560	PM-560 Amperios	ENTRADA ANALÓGICA
Input 2	20-ST-601	PM-601 Amperios Motor de Tiro Inducido 1	ENTRADA ANALÓGICA
Input 3	20-ST-602	PM-602 Amperios Motor de Tiro Inducido 2	ENTRADA ANALÓGICA
Input 4	20-ST-100	PM-100 RPM Turbo-Bomba Agua de Alimentación Caldera	ENTRADA ANALÓGICA
Input 5	20-ST-300A	PM-300A RPM	ENTRADA ANALÓGICA
Input 6	20-ST-300B	PM-300B RPM	ENTRADA ANALÓGICA
Input 7	20-ST-300C	PM-300B RPM	ENTRADA ANALÓGICA
Input 8	20-ST-300D	PM-300D RPM	ENTRADA ANALÓGICA

Rack = 5		Slot = 2		M-401-DR	
	TAG	DESCRIPCIÓN		SEÑAL	
Input 1	20-ST-300E	PM-300E RPM		ENTRADA ANALÓGICA	
Input 2	20-ST-300F	PM-300F RPM		ENTRADA ANALÓGICA	
Input 3	20-ST-501	PM-501 RPM		ENTRADA ANALÓGICA	
Input 4	20-ST-550	PM-550 RPM		ENTRADA ANALÓGICA	
Input 5	20-ST-601	PM-601 RPM		ENTRADA ANALÓGICA	
Input 6	20-ST-602	PM-602 RPM		ENTRADA ANALÓGICA	
Input 7	SPARE			ENTRADA ANALÓGICA	
Input 8	SPARE			ENTRADA ANALÓGICA	

Rack = 5		Slot = 3		M-401-DR	
	TAG	DESCRIPCIÓN		SEÑAL	
Input 1	SPARE			ENTRADA ANALÓGICA	
Input 2	SPARE			ENTRADA ANALÓGICA	
Input 3	SPARE			ENTRADA ANALÓGICA	
Input 4	SPARE			ENTRADA ANALÓGICA	
Input 5	SPARE			ENTRADA ANALÓGICA	
Input 6	SPARE			ENTRADA ANALÓGICA	
Input 7	SPARE			ENTRADA ANALÓGICA	
Input 8	SPARE			ENTRADA ANALÓGICA	

**ANEXO - C**

**PANTALLAS DEL SISTEMA DE MONITOREO  
PROYECTO PARAMONGA**

PANTALLA PRINCIPAL



CALDERA

CALDERA  
GASES

MOTORES

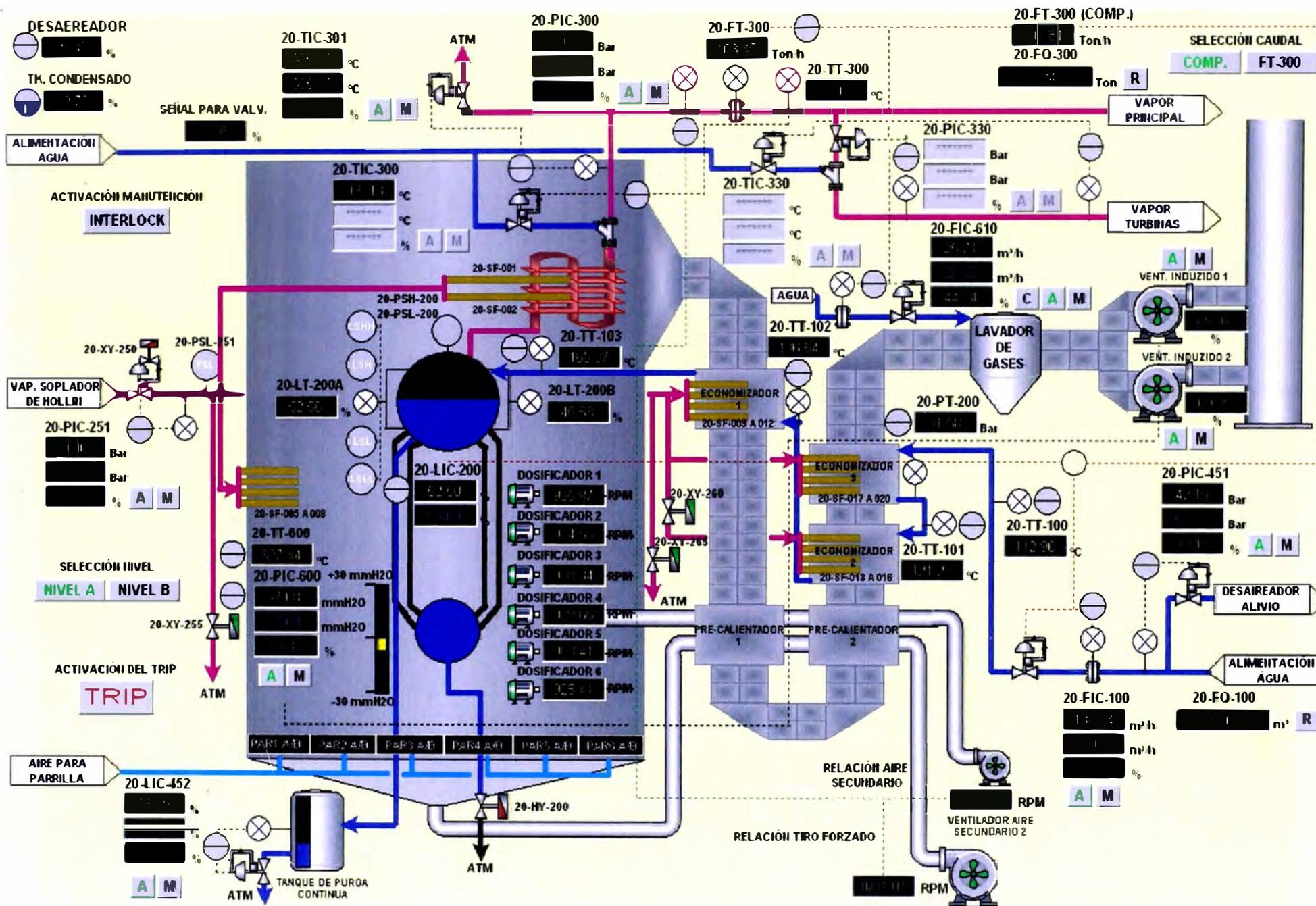
DESAIREADOR

ESTERAS

**system**  
**3002**  
*enterprise automation*

**smar**  
FIRST IN FIELD BUS

# PANTALLA - CALDERA



# PANTALLA - CALDERA GASES

DESAERADOR



TK CONDENSADO



20-PIC-300

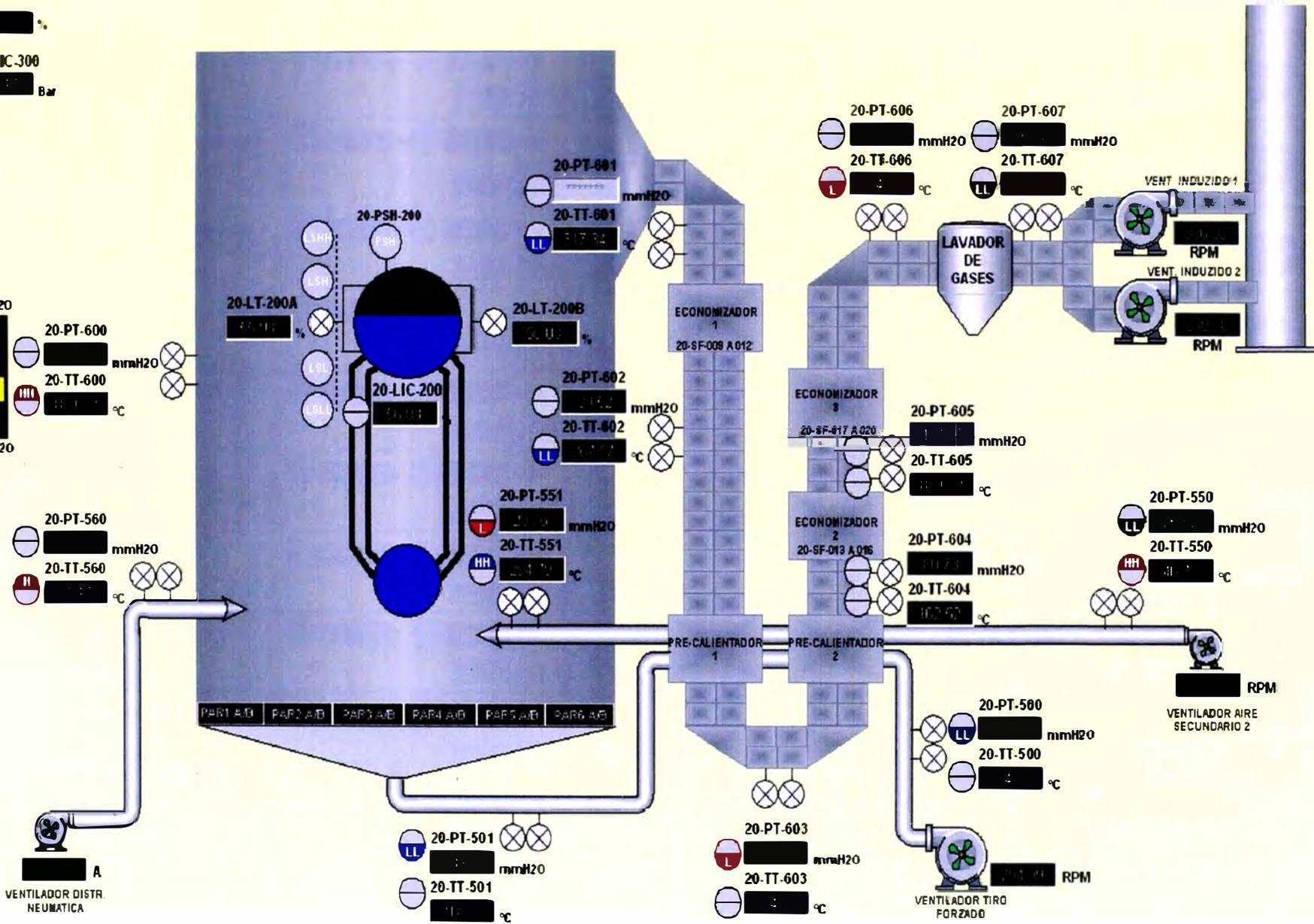


Bar

+30 mmH2O



-30 mmH2O



# PANTALLA - MOTORES

- 20-LIC-200
- 20-PIC-300
- DESAERADOR
- TK CONDENSADO

## SECUENCIA PARA LA CALDERA

PM-600A - VENT. TIRO INDUCIDO 1			RPM	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE						
PM-600B - VENT. TIRO INDUCIDO 2			RPM	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE						
PM-501 - VENT. TIRO FORZADO			RPM	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE						
PM-550 - VENT. SECUNDARIO			RPM	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE						
PM-560 - VENT. DISTR. NEUMATICA			A	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE						
PM-300A - DOSIFICADOR 1			RPM	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE						
PM-300B - DOSIFICADOR 2			RPM	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE						
PM-300C - DOSIFICADOR 3			RPM	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE						
PM-300D - DOSIFICADOR 4			RPM	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE						
PM-300E - DOSIFICADOR 5			RPM	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE						
PM-300F - DOSIFICADOR 6			RPM	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE						

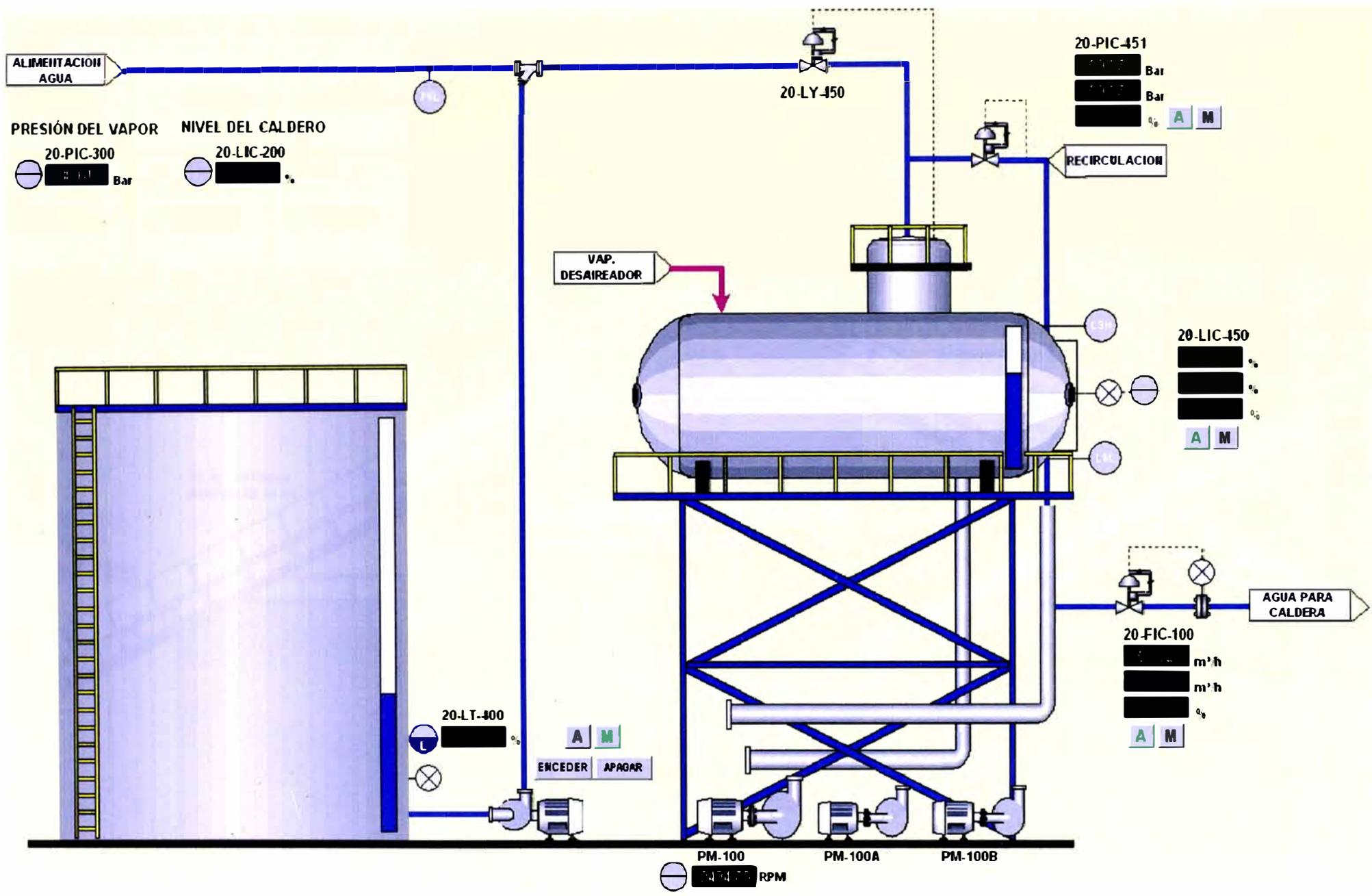
RESET DE FALLO DE MOTORES POR VELOCIDAD MINIMA NO ALCANZADA

R

## MOTORES AUXILIARES

PM-100 - TURBO BOMBA			RPM	ENCEDER	APAGAR			
STATUS = REMOTE								
PM-100A - MOTO BOMBA 1			A	ENCEDER	APAGAR			
STATUS = REMOTE								
PM-100B - MOTO BOMBA 2			A	ENCEDER	APAGAR			
STATUS = REMOTE								
PM-200A - ESTERA 1 - TC-03			A	ENCEDER	APAGAR			
STATUS = REMOTE								
PM-200B - ESTERA 2 - TM-01			A	ENCEDER	APAGAR			
STATUS = REMOTE								
PM-200C - ESTERA 3 - TC-02			A	ENCEDER	APAGAR			
STATUS = REMOTE								
PM-200D - ESTERA 4 - TC-01			A	ENCEDER	APAGAR			
STATUS = REMOTE								
PM-200E - ESTERA 5 - TC-04			A	ENCEDER	APAGAR			
STATUS = REMOTE								
PM-200F - ESTERA 6 - TM-02			A	ENCEDER	APAGAR			
STATUS = REMOTE								
PM-540 - TO. CONDENSADO				A	M	ENCEDER	APAGAR	
STATUS = REMOTE								
PM-350 - MOTOR EJE CARDAN				ENCEDER	APAGAR			
STATUS = REMOTE								

# PANTALLA - DESAIREADOR



# PANTALLA - ESTERAS

PM-200A - TC-03 STATUS - REMOTE 	PM-200B - TM-01 STATUS - REMOTE 	PM-200C - TC-02 STATUS - REMOTE 
PM-200D - TC-01 STATUS - REMOTE 	PM-200E - TC-04 STATUS - REMOTE 	PM-200F - TM-02 STATUS - REMOTE 

20-LIC-450 %  
 20-PIC-300 Bar  
 20-LT-400 %

