

MEJORA EN LA UTILIZACIÓN DE GAS DE ALTO HORNO¹

Antonilli Ricardo²
Kozicki Alejandro³

Resumen

En la Central termoeléctrica de Siderar, se implementaron reformas para maximizar el aprovechamiento del gas de los Altos Hornos, obteniendo una disminución del quemado de Gases de Proceso en antorcha (venteo) a través de optimizar el consumo de Gas de Alto Horno, con la consecuente disminución del calentamiento por reducción de Gases Quemados directamente a la atmósfera, y, disminución de la utilización de combustible alternativo (Fuel Oil, Gas Natural) o compra de Energía Eléctrica y por ende de un Recurso Natural que no es Renovable.-

Palabras claves: Gas de coque; Gas de alto horno; Central termoeléctrica; Control de combustión.

IMPROVEMENT IN THE UTILIZATION OF BLAST FURNACE GAS¹

Abstract

In the Thermoelectric Power Plant of Siderar reforms were implemented to maximize the use of blast furnace gas, obtaining a reduction of flaring (venting) of process gases through optimizing the use of blast furnace gas, with consequent decrease of global warming due to the reduction of flare gases directly to the atmosphere and decrease the use of alternative fuels (Fuel Oil, Gas Natural) or purchasing power and hence a Non-renewable Natural Resource

Key words: Coke gas; Blast furnace gas; Thermoelectric power plant; Combustion control.

¹ *Contribuição técnica ao 30° Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 24° Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 19 a 21 de agosto de 2009, São Paulo, SP*

² *Tenaris S.A. –Argentina -Ing. Electricista - Responsable Operativo de la Central*

³ *Ternium Siderar S.A. – Argentina – Ing. Electricista - Supervisor de Control de energía de Siderar*

1 INTRODUCCIÓN

En la central termoeléctrica de Siderar se realizaron reformas en el sistema de control de combustión tendientes a lograr los siguientes objetivos.

Mejoras de Proceso:

- Disminución del quemado de Gases de Proceso en antorcha (venteó) a través de maximizar el consumo de Gas de Alto Horno en la Central Termoeléctrica, mejorando la productividad del proceso.
- Obtener una mejor regulación de presión del sistema y estabilidad del nivel del gasómetro.

Mejora en Medio Ambiente:

- Disminución del calentamiento, por reducción de Gases Quemados directamente a la atmósfera.
- Disminución de la utilización de Combustible alternativo (Fuel Oil, Gas Natural) o compra de Energía Eléctrica y por ende de un Recurso Natural que no es Renovable.

2 DESARROLLO

2.1 Circuitos de Gases

2.1.1 Gas de alto horno

El Gas producido por los Altos Hornos abastece a sus Estufas, Central Termoeléctrica y Hornos de Coquería, quemándose el exceso por las antorcha. El siguiente esquema (Figura 1) muestra la distribución de los gases de alto horno.

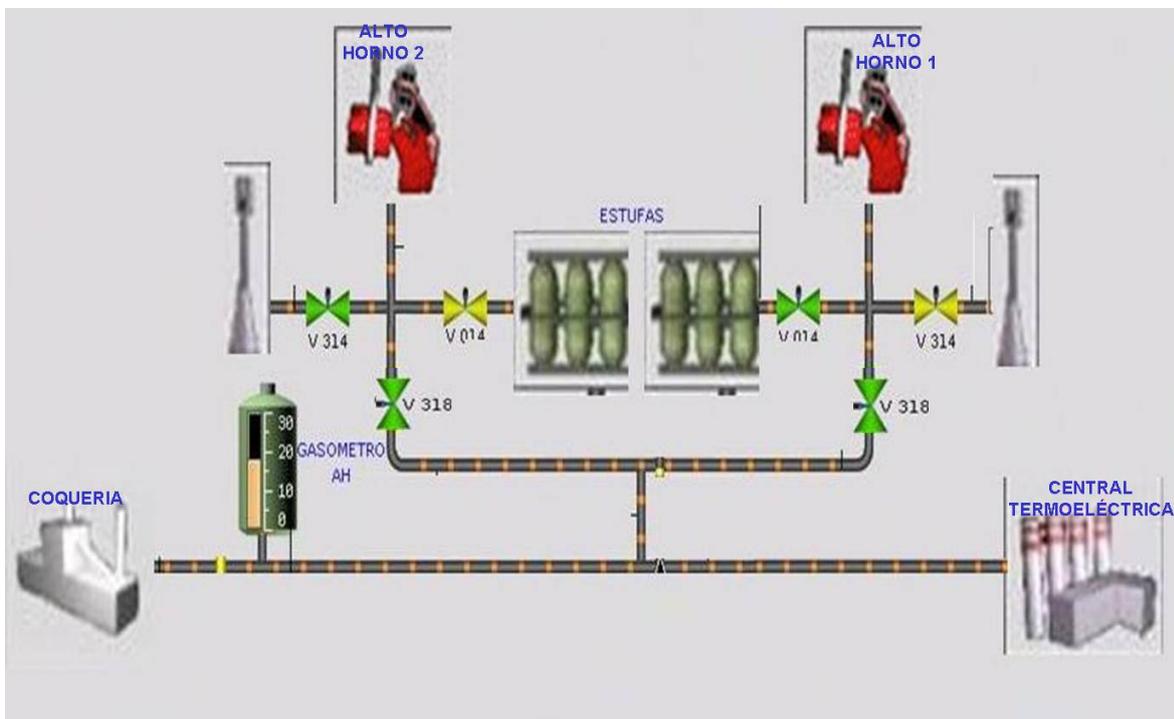


Figura 1 Esquema de distribución de Gas de Alto Horno

2.1.2 Gas de coque

Como subproducto de la elaboración del coque metalúrgico la coquería genera Gas de Coque. El mismo es despachado a través de turbo sopladores al resto de planta. La Planta prioriza bajo condiciones de excedente de gases de proceso el venteo de gas de alto horno en lugar de gas de coque . Por lo que no hay quemado de gas de coque por la chimenea. El mismo es utilizado en su totalidad.

Los consumidores son:

Hornos de Coquería (autoconsumo), Central termoeléctrica, Planta de Sinter, Planta de Calcinación, Laminación en Caliente, Recocido.

2.1.3 Gas mezcla

Denominamos Gas mezcla a la mezcla resultante de Gas Natural más aire con características físicas similares al Gas de Coque.

Siderar posee una estación Productora de Gas Mezcla que inyecta en el sistema el faltante de Gas de coque .

El esquema siguiente (Fig. 2) agrega a la (Fig. 1) el despacho y distribución de gas de coque y mezcla.

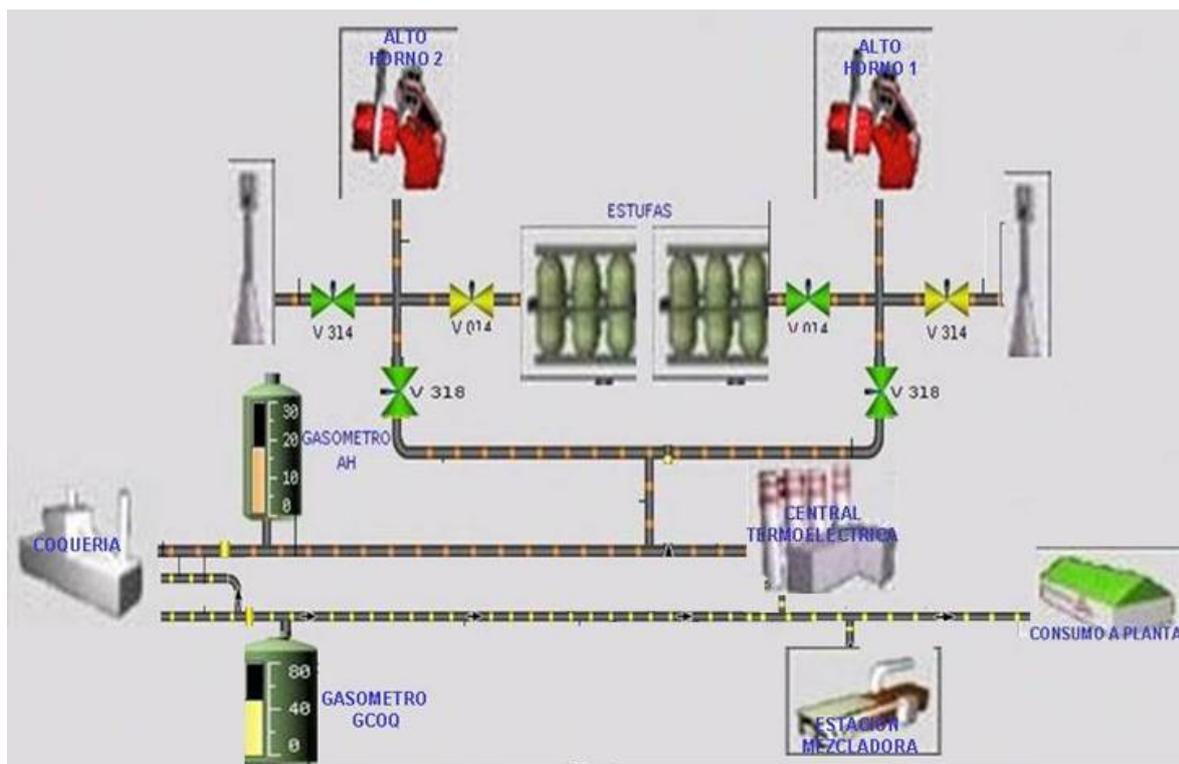


Figura 2 Esquema de distribución de Gases de Proceso

2.2 Situación Previa

2.2.1 Operación de estufas

Las estufas de los Alto Hornos poseen ciclos de calentamiento.

Cada Alto Horno posee 3 estufas destinada a precalentar el aire que utiliza en su proceso.

Operativamente trabajan simultáneamente dos en calentamiento, utilizando como combustible gas de alto horno, y la tercera aislada precalentando el aire que ingresa al Alto Horno.

Existe momentos de transición (durante los cambios de estado de las mismas) en que sólo una se encuentra consumiendo gas de alto horno, liberando más gas al sistema, aumentando la presión y quemándose el exceso..

El trending siguiente (Figura 3) nos muestra el consumo de gas de alto horno de las estufas.

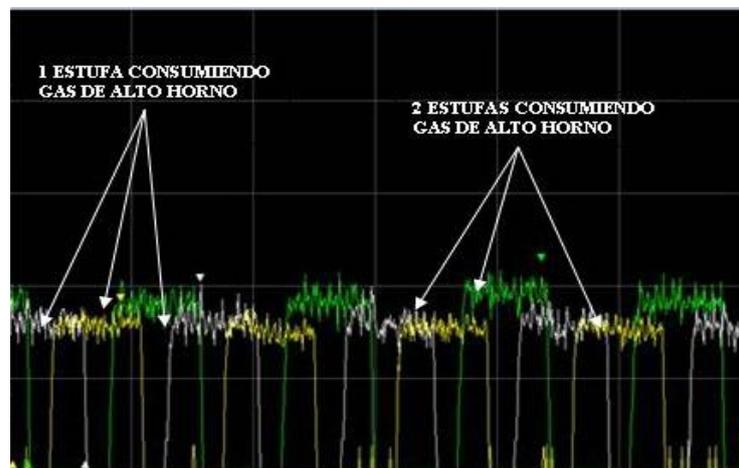


Figura 3. Consumo de Gas de Alto Horno en las estufas

2.2.2 Operación de despacho de gas

De acuerdo a lo mencionado en el punto anterior el volumen de gas despachado por los altos hornos (generación de gas – consumo estufas) no es estable sino que varía de acuerdo a los ciclos de consumo de las estufas que no son siempre periódicos.

Por otro lado el consumo de Coquería y Central Termoeléctrica es prácticamente constante.

Esta situación, despacho variable versus consumidor constante genera las siguientes condiciones.

- Variación del nivel de gasómetro de Gas de Alto Horno entre valores mínimos y máximos.
- Aperturas de válvula de Antorcha (quemado de gas), por elevada presión en la línea generada por el exceso de gas liberado por la estufa..
- Frecuentes maniobras de la válvula de despacho para regular el nivel de gasómetro y/o presión.
- Problemas en Hornos de coquería y Central Termoeléctrica por mínima presión.

El despacho de gas de alto horno a planta es controlado mediante la apertura de la válvula de despacho, que se ajusta a través de un valor fijo de presión (Set Point) dado por el operador.

Frente a variaciones de presión de línea y/o variaciones en los niveles del gasómetro, el operador realiza cambio del Set Point de presión (de forma de obligar a la válvula de despacho a modificar su apertura en función del nuevo valor), generando aperturas de la válvula de antorcha y solicita a la Central Termoeléctrica variación de su consumo, lo cual implicaba dependencia del operador de Central Termoeléctrica. El operador de Despacho actúa como nexo entre el Alto Horno y la Central Termoeléctrica. El trending siguiente (Figura 4) grafica como funciona el sistema.

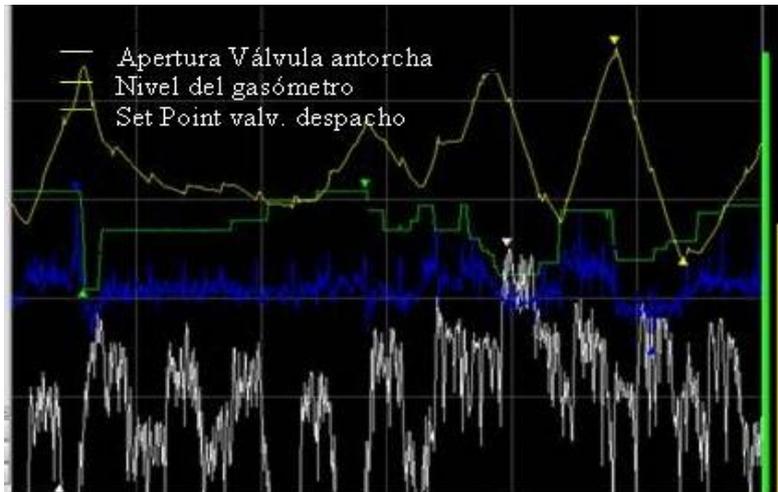


Figura 4. Evolución de variables previo a la reforma del sistema

2.2.3 Operación de central termoelectrica

Dos calderas de la Central de Siderar tienen una Capacidad de producción de 2x150 TN/h y las dos restantes 2x220 Tn/h. Están diseñadas para consumir Fuel Oil y Gases de Procesos: Gas de Alto Horno y Gas de coque. El hogar trabaja con depresión y tiene aproximadamente una sección cuadrada, con los frentes de quemadores en cada vértice (tangenciales). La disposición típica de los mismos, es la siguiente (Figura 5):

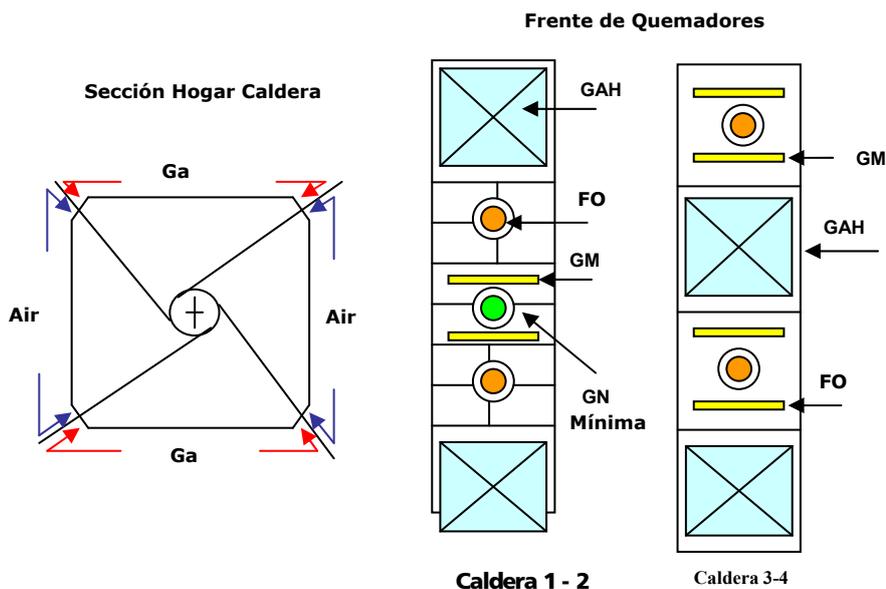


Figura 5 Esquema de quemadores de calderas.

- **Funcionamiento del control de combustión**

El control de combustión tiene como premisa mantener la presión de vapor del colector principal (60 Kg/cm²) constante en todo momento. Para ello, la producción de vapor varía para compensar los desvíos y consecuentemente lo hacen los combustibles. A modo de ejemplo, si la presión de vapor baja (incremento de carga de los generadores), se debe incrementar la producción de vapor de Calderas, siguiendo en esa misma línea, el combustible.

Veamos el orden de prioridad que da el control a los combustibles: Una señal de 4-20 ma. emitida por los Tres Transmisores Redundantes, es enviada al PLC de Caldera 1 (única Caldera con control por PLC, el resto tienen el control neumático original). La señal de salida del mismo es la demanda de combustible total (previo pasaje por un I/P para conversión de la señal al Sistema Neumático). La misma ingresa como demanda de Gas de Alto Horno, la que se compara con la medición del mismo. Si la Central Termoeléctrica se encuentra en su máxima capacidad de Gas de Alto Horno, la diferencia de señal (entre entrada y retorno) pasa a ser la señal de demanda de Gas Mezcla y si ésta también está en su máxima capacidad, se genera una señal de diferencia (entre la señal de entrada y la generada por la medición de caudal) que es la demanda de fuel oil.

En la situación de que la presión se incremente, el control manda a bajar la producción de vapor, los combustibles y el proceso es el inverso: empieza a restar primero fuel oil, luego Gas Mezcla y por último Gas de Alto Horno

Esquema general Control de Combustión Calderas Cete

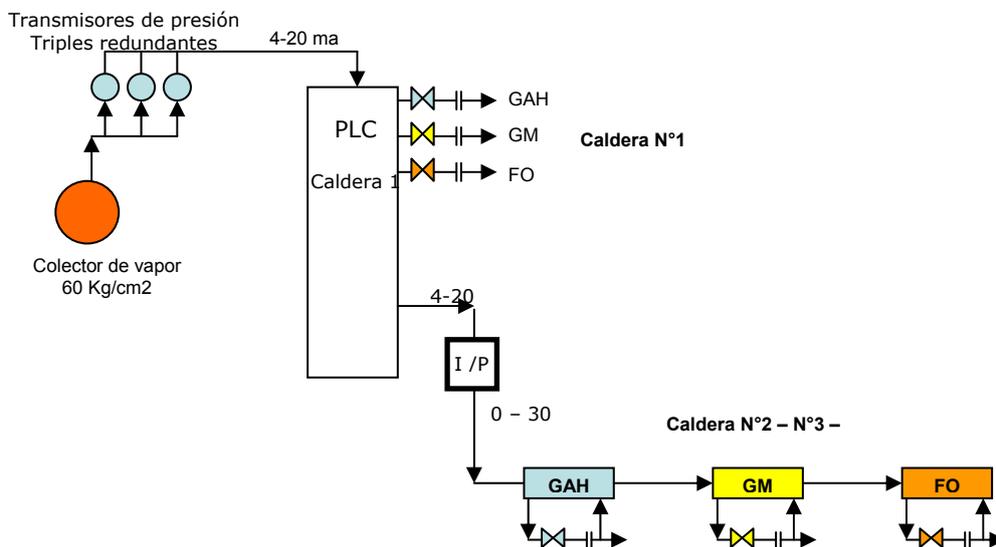


Figura 6 Esquema de Control de Combustión

Bajo esta condición de trabajo la Operación del Sistema era el siguiente: consumo de Gas de Alto Horno y Gas mezcla prácticamente constante en la Central Termoeléctrica y venteo variable (Figura 7):

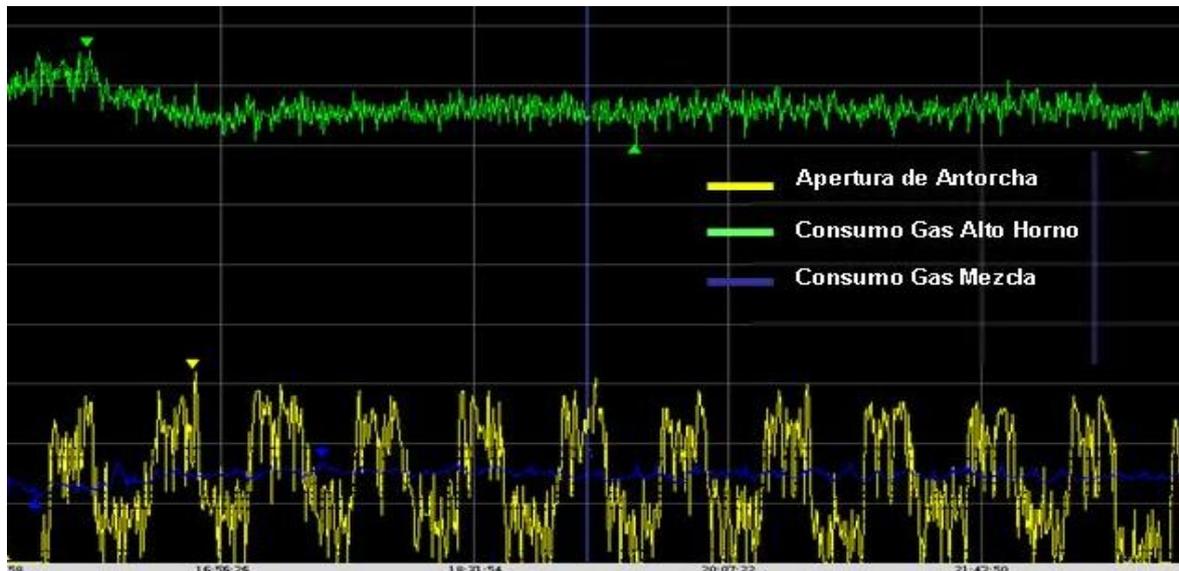


Figura 7-Evolución de variables previo a la reforma

Como mencionamos la disponibilidad de Gas de alto no es constante y depende del consumo, que de este combustible, realicen las Estufas. De las tres estufas que tienen cada Alto Horno siempre una ó dos están consumiendo Gas de alto horno para su calentamiento.

2.3 Mejora Realizada

El pasaje de dos estufas consumiendo gas de alto horno, a una, implica una mayor disponibilidad de gas.

Esto originaba incrementos de presión, provocando la apertura de la válvula de antorcha (venteo de Gas de Alto Horno), dado que los consumos eran constantes y en el caso de la Central Termoeléctrica, dependen de la presión de vapor.

El objetivo es aumentar el consumo de Gas de alto Horno en la Central Termoeléctrica, manteniendo la presión de línea constante. Esto redundaba en la no apertura de la válvula de antorcha, usando como variable de control este incremento de presión.

La mejora consiste en:

1 – Incorporar las variables más importantes de las calderas a un PLC.

Se llevaron señales de proceso a un PLC, con la posibilidad de medir consumos de combustibles en bajos rangos y se regularon los equipos para trabajar en posiciones mínimas. Esto implicó una reducción del mínimo de gas mezcla, necesario para la Operación de las Calderas, de 14.000 m³/h a 4.000 m³/h y por consiguiente un incremento del consumo de Gas de Alto Horno en aproximadamente 50.000 m³/h.

La reducción alcanzada equivale a un volumen de 5.000 m³/hora de gas natural.

Esquema general Control de Combustión Calderas Cete

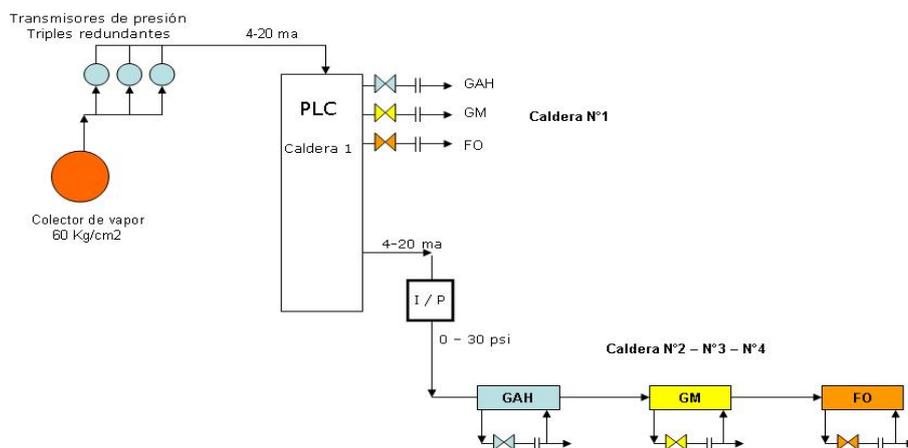


Figura 8 Esquema de control de combustión de Calderas.

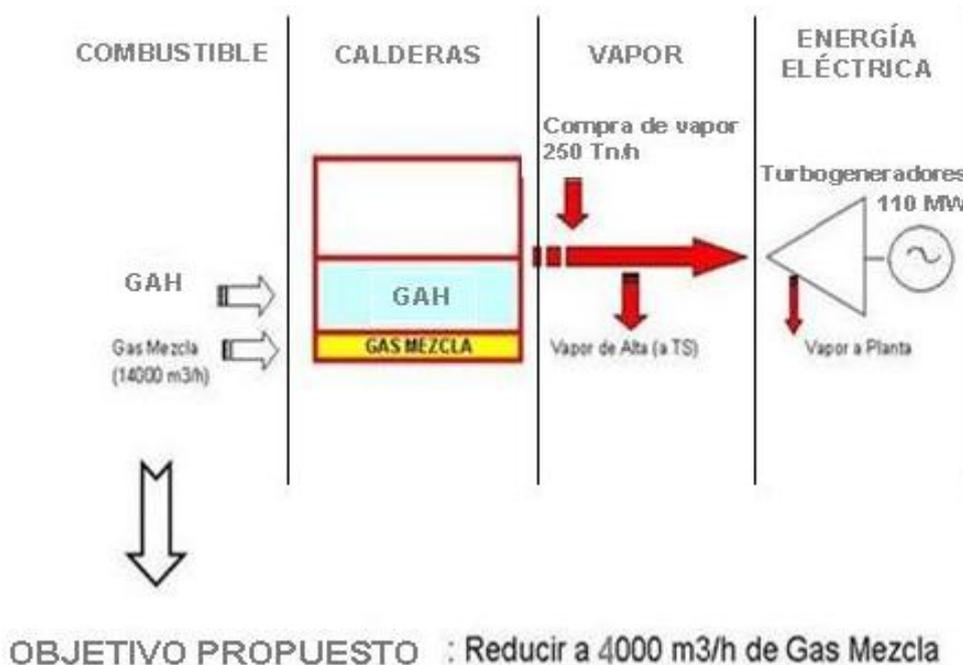


Figura 9. Objetivo e reducción de mínimo técnico de Gas Mezcla

2 - Llevar al PLC, la variable de presión de línea y del nivel del Gasómetro de Gas de Alto Horno.

3 - Programar el PLC de variables de Calderas de manera que se tenga una salida en función de la diferencia entre el Set point de presión de línea (fijada por el Operador de la Central Termoeléctrica) y la medición de línea real.

Esta señal pasa por un I/P y se le adiciona a la señal de demanda de Gas de Alto Horno, solicitada por el Control de Combustión. Por lo tanto, ante una elevación de la presión de línea de Gas de Alto Horno, se incrementa el pedido a la demanda de Gas de Alto Horno (sin modificar la señal de entrada que envía el Control de Combustión).

Ahora la señal que pasa al Gas Mezcla es menor (porque se incrementó la medición de Gas de Alto Horno, sin modificarse la de entrada, dado que el pedido que viene de la presión de vapor debe permanecer inalterable), disminuyendo finalmente el flujo de Gas Mezcla en calorías similares a las incrementadas por el Gas de Alto Horno. Finalmente también se le incorpora al control la modificación del set point fijado por el Operador, en función del nivel de Gasómetro: cuando se supera un determinado nivel, automáticamente disminuye el set point fijado de presión de línea, aumentando el consumo de la Central Termoeléctrica (Figura 10).

Modificación esquema general Control de Combustión Calderas Cete

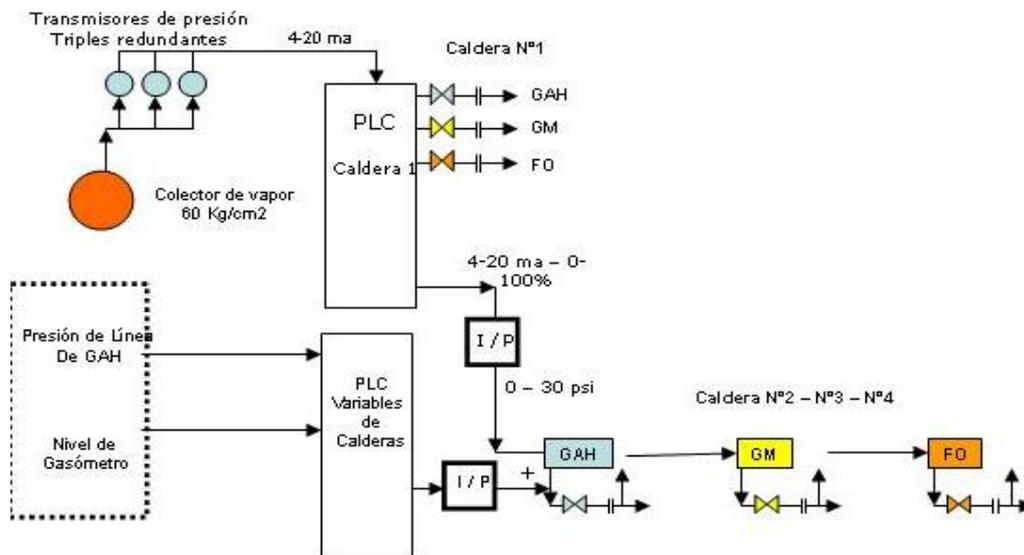


Figura 10 – Esquema de control de combustión y presión de Gas Alto Horno

El trendig siguiente (Figura 11) muestra la evolución de las variables de proceso en el momento de pasaje de control manual al control por presión.. Se ve claramente la disminución de la apertura de antorcha al utilizar el nuevo control y la variación de los volúmenes consumidos de gas mezcla y gas de alto horno en Central Termoeléctrica.

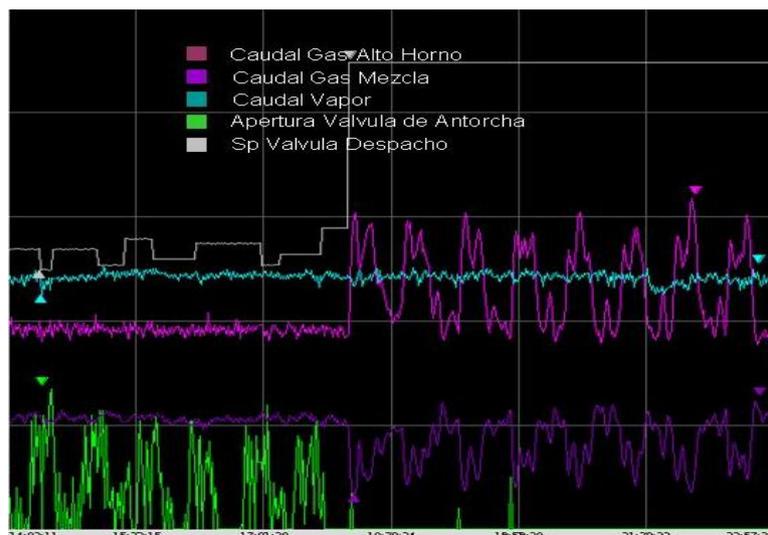


Figura 11 Evolución de variables de Proceso.

2.4 Resultados

Mejoras en proceso

- Incremento en el consumo de gas de alto horno en Central termoeléctrica.
- Mejor regulación de la presión de gas de alto horno del sistema
- Mayor estabilidad del nivel del gasómetro de gas de alto horno
- Disminución de demoras operativas en la Coquería por baja presión
- Máximo aprovechamiento del despacho de Gas de Alto Horno, haciendo que el control sea realizado en forma automática por la Central Termoeléctrica y no en forma manualmente modificando el Set Point por la apertura de la válvula de despacho..-
- Posibilidad de operar sin gasómetro sin venteo por antorcha.-

Mejoras en Medio Ambiente:

- Reducción de calentamiento por quemado de gas de alto horno en antorcha
- Disminución del consumo de combustible alternativo (Gas Natural, Fuel Oil) o compra de Energía Eléctrica, y por ende de un Recurso Natural no renovable..