

Sistemas Analíticos contribuye con la reducción de CO₂ “Course 50”

Por Makoto Takei, Yokogawa, www.yokogawa.com.ar

La industria japonesa del acero ha estado trabajando en un proyecto nacional a largo plazo denominado “Tecnología de proceso de fabricación de acero en armonía con el medioambiente” (reducción última del dióxido de carbono en el proceso de fabricación del acero gracias a tecnología innovadora para *Cool Earth 50: Course 50*), una actividad global por la preservación del medioambiente mediante la reducción de emisiones de dióxido de carbono llevada adelante en colaboración conjunta entre la industria, el gobierno y la academia. Hemos realizado mediciones de presión, temperatura, y componentes en el tope y en puntos internos de un alto horno de prueba aplicando un cromatógrafo de gas (GC8000) en un sistema de análisis. Con el sistema analizador, obtuvimos un monitoreo de la distribución horizontal de los componentes, temperatura y presión del gas en cada parte del alto horno, que fue rellenado con materiales sólidos, permitiendo así que se determinara cuantitativamente la reducción de las emisiones de dióxido de carbono durante la prueba.

Este artículo presenta el proyecto *Course 50* y la medición del alto horno de prueba, e introduce un sistema analizador utilizando un cromatógrafo gaseoso GC8000, el cual jugó un rol importante en los tests de verificación durante la prueba piloto.

Introducción

En tanto que el calentamiento global se convierte en un tema serio, Japón tiene una gran responsabilidad y obligación como país industrializado líder. Ganarle al calentamiento global requiere un esfuerzo global, incluyendo el desarrollo de tecnologías para reducir las emisiones de dióxido de carbono y ahorrar energía. La iniciativa *Cool Earth 50* anunció en 2007 sus objetivos para “lograr la compatibilidad entre la protección al medioambiente y el crecimiento económico utilizando tecnologías como las de conservación de la energía, entre otras”. Entre los programas para desarrollo de tecnología innovadora, se lanzó el proyecto “Reducción última del dióxido de carbono en el proceso de fabricación del acero gracias a tecnología innovadora para *Cool Earth 50: Course 50*”.

Las emisiones de dióxido de carbono de la industria del acero representan el cuarenta por ciento (40%) del total de la industria en Japón, del cual el setenta por ciento (70%) proviene del proceso de fabricación del acero que utiliza altos hornos. Sin embargo, la industria del acero en Japón ya es la más eficiente del mundo respecto del uso de la energía, lo que deja un espacio pequeño a una mayor reducción de emisiones de dióxido de carbono; se necesitan nuevas tecnologías para lograr mayores reducciones. *Course 50* obliga a desarrollar tecnologías para la reducción de emisiones de

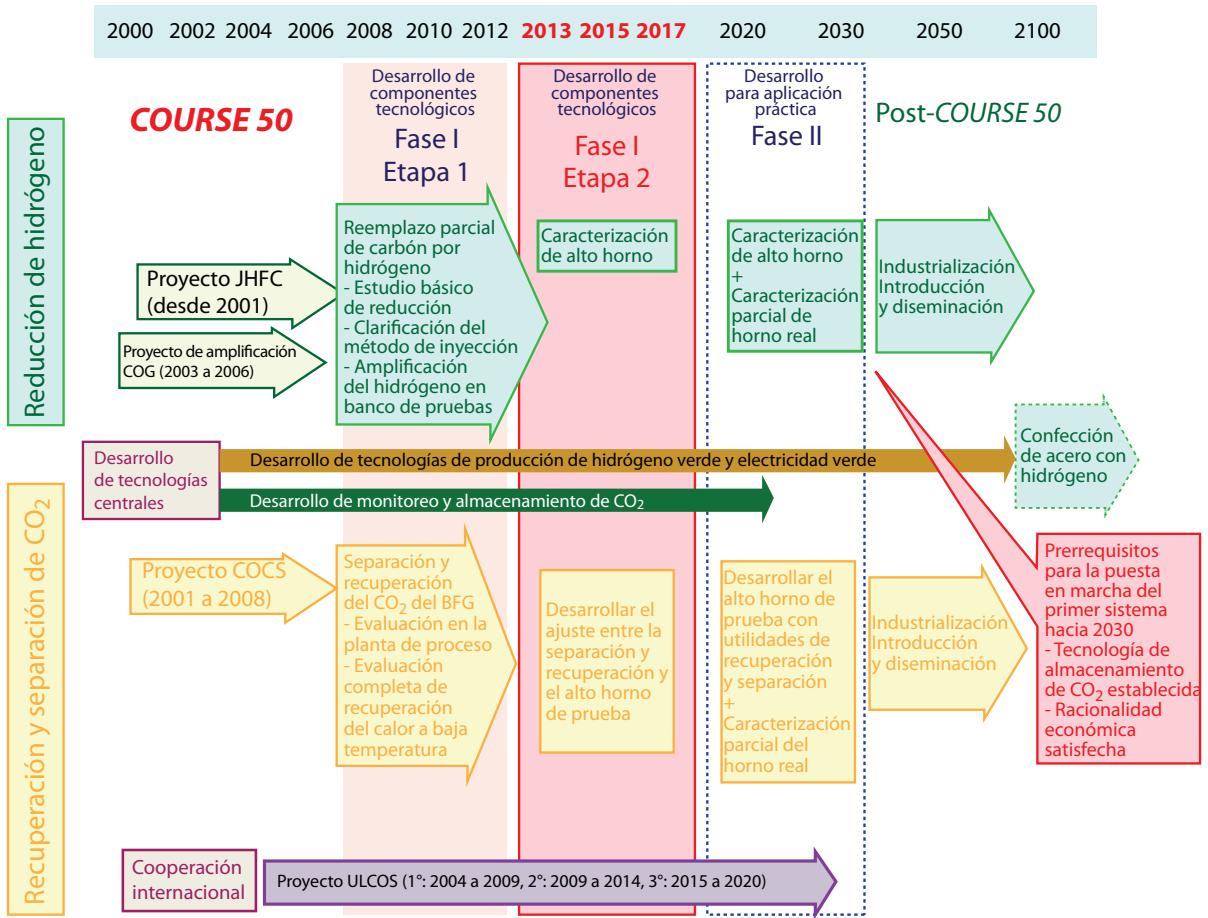


Figura 1. Programación de Course 50

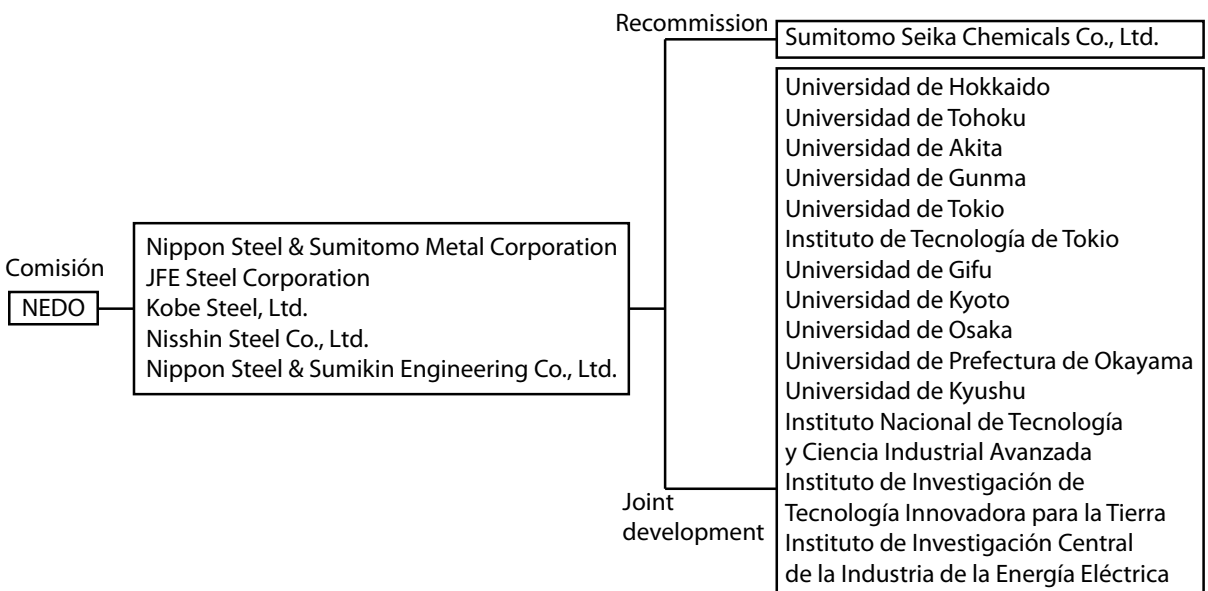


Figura 2. Organizaciones de desarrollo e investigación

dióxido de carbono en aproximadamente un treinta por ciento (30%), lo que implica suprimir las emisiones así como la captura, separación y recuperación del dióxido de carbono. Este proyecto obliga a que estas tecnologías ya estén establecidas hacia 2030, e industrializadas y diseminadas en 2050.

Actualmente, el *Course 50* está en una Etapa 2 (fiscal 2013 a 2017) y las tecnologías están siendo desarrolladas por un proyecto colaborativo entre industria, gobierno y academia denominado "Tecnología de proceso de fabricación de acero en armonía con el medioambiente" comisionado por la Organización de Desarrollo de Nueva Energía y Tecnología Industrial (NEDO, por sus siglas en inglés). La figura 1 muestra la programación de

Course 50, y la figura 2 muestra sus organizaciones de desarrollo e investigación.

Para desarrollar tecnologías, se construyó un alto horno en Japón por primera vez luego de veinticinco (25) años. Con la ayuda de *Nippon Steel & Sumikin Engineering, Yokogawa* desarrolló un sistema analizador para medir componentes gaseosos, el cual indica la operación normal del alto horno de prueba tanto como la efectividad de las nuevas tecnologías. El sistema fue entregado en el lugar de pruebas y ahora están en curso las pruebas ingenieriles in situ.

Este artículo presenta las mediciones en el alto horno de prueba e introduce el sistema analizador basado en el cromatógrafo en fase gaseosa GC8000.

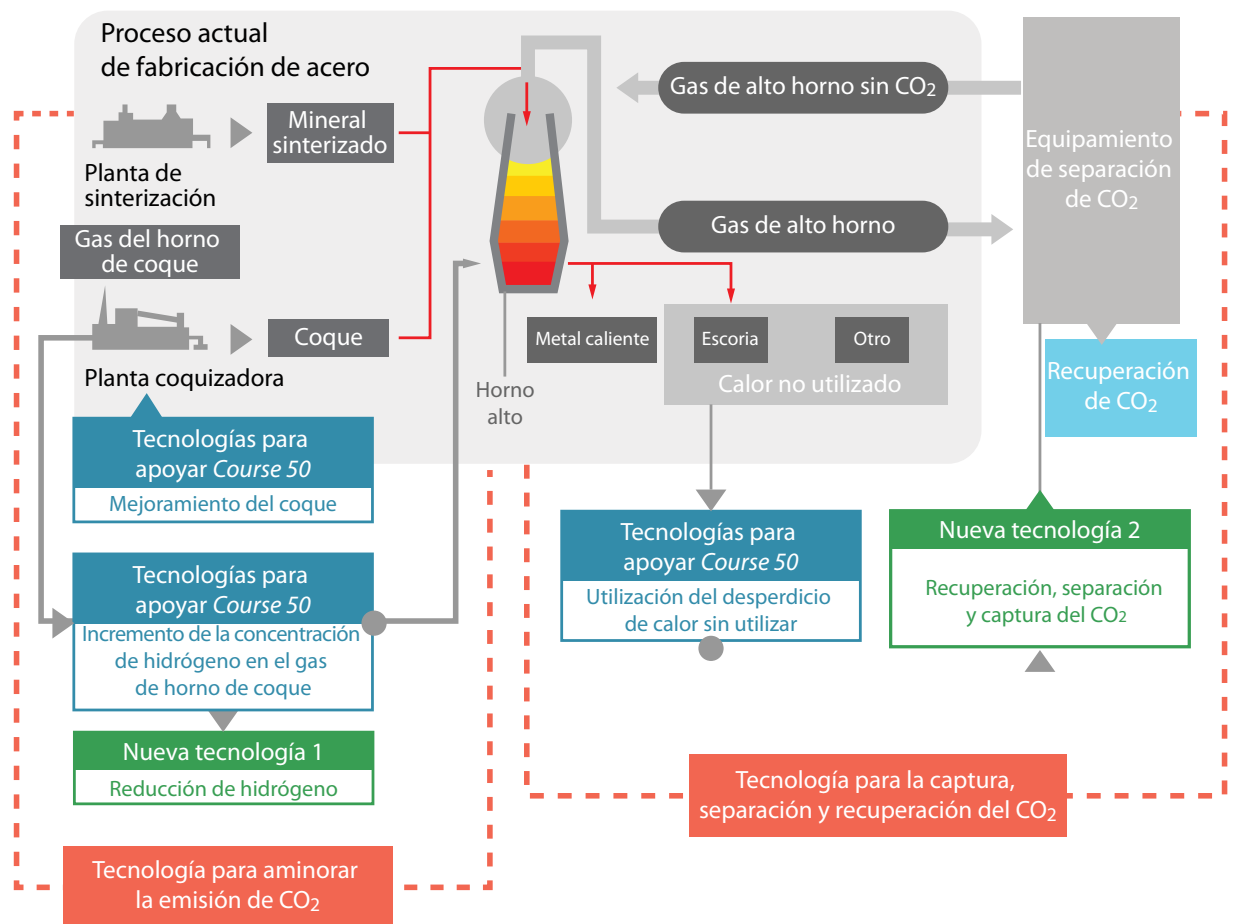


Figura 3. Proceso actual de fabricación de acero y tecnologías que se desarrollarán en *Course 50*

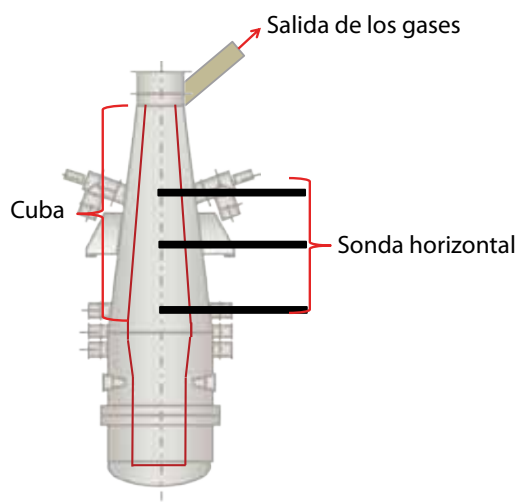


Figura 4. Locación de las mediciones de componentes gaseosos

Proceso actual del alto horno y tecnologías de Course 50

Para este proyecto, *Yokogawa* entregó un analizador de proceso para medir las composiciones del gas en la cuba y en la salida de gases del alto horno de prueba. *Course 50* obliga a desarrollar tecnologías en dos categorías: “tecnologías para reducir las emisiones de dióxido de carbono” y “tecnologías para capturar, separar y recuperar el dióxido de carbono”. El sistema analizador de *Yokogawa* juega un rol importante a la hora de indicar el estado de logro en la categoría anterior. La figura 3 muestra el proceso actual de alto horno y las tecnologías que se desarrollarán en *Course 50*.

Nociones generales de la medición en el alto horno de prueba

El sistema analizador de *Yokogawa* se caracteriza por tres sondas horizontales que permiten muestrear gases, medir la temperatura, y analizar las composiciones del gas en las partes media, baja y alta del horno. Este sistema puede medir los componentes gaseosos en treinta y siete (37) puntos en

total: un punto en la parte de salida de los gases, y treinta y seis (36) a lo largo de la cuba (doce puntos para cada parte baja, media y alta de las sondas horizontales). La figura 4 muestra las locaciones de las mediciones de los componentes gaseosos.

Nociones generales del analizador GC8000

El cromatógrafo gaseoso *GC8000* de *Yokogawa* se utiliza para el sistema analizador de medición de gas en el alto horno ya que puede medir múltiples componentes simultáneamente. Gracias a su gran pantalla led táctil a color, el *GC8000* es fácil de usar incluso en lugares oscuros. El *GC8000* también es muy confiable porque está diseñado para cada especificación de medición.

Este sistema utiliza dos unidades de *GC8000*: una para medir la cuba del alto horno y otra para la salida de gases. Dado que el gas en cada punto de medición es una mezcla de gases inorgánicos con los mismos componentes incluyendo hidrógeno (H_2), los detectores de conductividad térmica (TCD, por sus siglas en inglés) y el gas helio como portador se utilizan para todos los puntos de medición. Como se describe más abajo, sin embargo, existen diferencias entre los métodos y condiciones de medición, por lo tanto, se recolectan menos muestras en ciclos de análisis más largos en la cuba que en la salida de gases.

Los analizadores de medición continua se utilizan generalmente para obtener índices de gestión para procesos de fabricación, y en la salida de gases, el *GC8000* continúa midiendo hasta que le llega el orden de detenerse. Por el contrario, las mediciones en la cuba se llevan a cabo en momentos arbitrarios. Esto se debe a que la cuba del horno está a muy alta temperatura y contiene materiales básicos tales como mineral sintetizado y coque e incluso polvo, y cuando se toman muestras, operan varios instrumentos y se consume una gran cantidad de

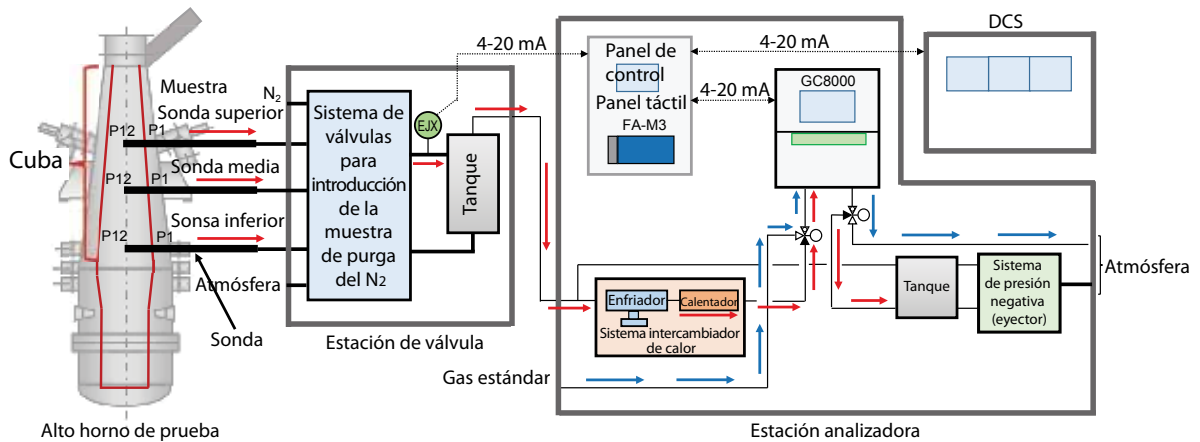


Figura 5. Diagrama de flujo del sistema de medición en la cuba

Sistema	Componente	Características
Sonda horizontal	Sonda	Con termómetro
	Unidad de control de la sonda	Controla la sonda con presión neumática
	Estación de válvula	Con transmisor de presión (EJX) y tanque (con filtro)
	Estación analizadora	Con GC8000, panel de control (panel táctil y FA-M3), tanque, eyector, calentador, enfriador
	DCS	Procesa varios comandos de medición y señales de entrada incluyendo data del analizador

Tabla 1. Componentes del sistema de medición de la cuba y sus características

Sonda horizontal	Nociones generales	Recolecta muestras de gases a través de sondas localizadas en las partes superior, media e inferior de la cuba del alto horno de prueba, y mide la presión y temperatura en cada punto. Estabiliza las propiedades de la muestra (temperatura, presión, cantidad de agua y cantidad de polvo), envía la muestra al analizador, separa sus componentes y mide la concentración de cada componentes gaseoso.
	Funciones	Mide la distribución horizontal de la composición del gas, presión y temperatura en la cuba del horno, y cuantifica las condiciones del alto horno de prueba. Las condiciones cuantificadas permiten una alimentación más eficiente de materias primas y una producción de arrabio de alta calidad.

Tabla 2. Nociones generales del sistema de medición y sus funciones

Estación	Funciones
Estación de válvulas	La estación tiene un tanque para almacenar muestras temporalmente y estabilizar las propiedades de la muestra. Esta estación también tiene la función de purgar el N ₂ .
Estación analizadora	La estación tiene un analizador y mecanismo de presión negativa. Estabiliza las muestras y las envía al analizador. Esta estación también tiene la función de purgar el N ₂ .

Tabla 3. Funciones de las estaciones

nitrógeno (N₂). Para reducir el consumo de electricidad y gas, la medición se lleva a cabo por lotes y de modo arbitrario.

Las dos unidades de GC8000 trabajan con los sistemas de medición descritos más abajo para medir múltiples componentes simultáneamente.

Sistema de medición en la cuba

El componente principal del sistema de medición de la cuba son tres sondas horizontales. La figura 5 muestra un diagrama del flujo del sistema. Las tablas 1, 2 y 3 muestran los componentes y sus características, el sistema de medición y sus funciones, y las funciones de las estaciones, respectivamente. La figura 6 presenta una vista exterior de las estaciones.

A continuación se describen dos características de este sistema de medición: la pantalla táctil, y la función de cambio de rango.

La figura 7 muestra la pantalla táctil del sistema de medición de la cuba. En lugar de los botones tradicionales y de los indicadores con lamparitas, la pantalla táctil se utiliza para la confirmación de estado, presentación de la información y para operar. Esto permite una respuesta flexible a los cambios en las especificaciones, los cuales son inevitables cuando se desarrolla un alto horno de prueba. El panel tiene una ventana especialmente dedicada al monitoreo, estado, operación, anomalías y mantenimiento. Dado que la información relacionada se muestra de forma colectiva en cada ventana, es fácil chequear los puntos de medición, los procesos de operación, el progreso, el tiempo y las anomalías. Se pueden cambiar fácilmente varias configuraciones de tiempo, así como mejorar la operabilidad y visibilidad en lugares oscuros.

El sistema de medición de la cuba también es el primer sistema con una función de cambio de rango. Cuando un alto horno opera en condiciones normales, los valores de medición cambian muy

poco y se quedan dentro de un rango normal. Al contrario, los altos hornos de prueba se diseñan para operar bajo varias condiciones, y por lo tanto el rango convencional de hidrógeno para altos hornos quizá sea insuficiente para lograr mediciones precisas. Entonces, este sistema analizador cuenta con dos rangos de hidrógeno, alto y bajo, que se pueden seleccionar desde el panel de control o DCS. Una función de confirmación de la efectividad verifica la adecuación del rango en cada ciclo de análisis, lo que permite una medición precisa que no está afectada por los cambios en la cantidad de hidrógeno que contienen las muestras.

El principal componente del sistema de medición de la cuba se describe a continuación.



Figura 6. Vista exterior de las estaciones

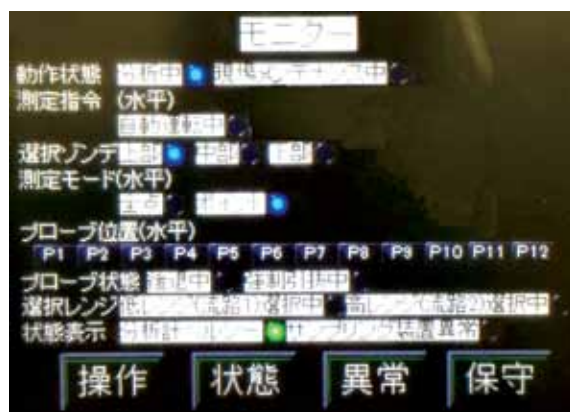


Figura 7. Pantalla táctil del sistema de medición de la cuba (versión japonesa únicamente)

Dispositivo	Estación de válvulas		Estación analizadora		Sonda		GC 8000				
	Todos los puntos	Un solo punto	Todos los puntos	Un solo punto	Todos los puntos	Un solo punto	Acción		Estado		
Modo	Todos los puntos	Un solo punto	Todos los puntos	Un solo punto	Todos los puntos	Un solo punto	Todos los puntos	Un solo punto	Todos los puntos	Un solo punto	
Proceso	1	Purga de N ₂		Presión negativa del tanque	Mover		-		Parada		
	2	Introducción de la muestra			Reemplazo de la muestra	Punto de medición	Tiempo de preparación	Ciclo de análisis	Ciclo de análisis	Marcha	Parada
		Medición de presión									
	Estabilización de presión		Equilibrio de la presión atmosférica								
	3	Descarga de la muestra		Purga por tubería							
	4	Esperar para la medición									
	5	Retrolavado del filtro									
	6	Purga de N ₂		Presión negativa del tanque	-	Hacia adelante	Hacia atrás	Ciclo de análisis	Ciclo de análisis	Marcha	Parada
-	Continuo	Final	Continuo	Final	Continuo	Final	Continuo	Final	Continuo	Final	

Tabla 4. Acciones de cada dispositivo en los procesos de medición con sonda horizontal

Componente	Características
Sonda de muestras	Recolecta muestras. Remueve el polvo para proteger los dispositivos y cañería
Primer muestreo	Purga N ₂ para prevenir taponamientos en las sondas y cañería. Cambia de un muestreo al otro
Segundo muestreo	Estabiliza el caudal y presión de muestra para que las condiciones sean mensurables para el analizador
Analizador GC8000	Ver "Nociones generales del analizador GC8000"

Tabla 5. Componentes del sistema de medición en la salida de gases y sus características

Sistema de medición con sonda horizontal

En el sistema de medición con sonda horizontal, la orden de arranque del DCS provoca que los dispositivos de la tabla 1 trabajen juntos, y el analizador lleva a cabo la medición según el orden de procesos de la tabla 4.

Hay dos maneras para la medición con sonda horizontal, las cuales se pueden seleccionar con el DCS. Una es el modo de medición en un solo punto, en donde la medición se lleva a cabo en solo un punto de los doce puntos de medición de las sondas superior, media e inferior; y la otra es el modo

de medición en todos los puntos, en la cual la medición se lleva a cabo en todos los doce puntos de medición secuencialmente.

La tabla 4 muestra las acciones de cada dispositivo en la medición de sonda horizontal. Que las acciones se repitan en esa tabla confirma que se puede medir cada componente gaseoso en cada punto de tiempo, y que las concentraciones varían según el tiempo y generan información para tendencias. Este resultado muestra que el sistema de medición con sonda horizontal puede medir de forma efectiva las concentraciones de componentes gaseosos en cada punto muestreado para cada ciclo de muestreo, en los dos modos de medición.



Figura 8. Pantalla táctil del sistema de medición de la salida de gases (versión japonesa únicamente)

Nociones generales de la medición en la salida de gases

El sistema de medición en la salida de gases recolecta las muestras del sistema de remoción de polvo del alto horno. La tabla 5 muestra los componentes del sistema de medición en la salida de gases.

Siguiendo la orden del DCS, el sistema de medición de la salida de gases comienza con el muestreo. Dado que este sistema contiene gases con muchas impurezas, tiene dos muestreadores para mejorar la eficiencia del mantenimiento y asegurar una medición continua y estable. La orden del DCS o de la pantalla táctil intercambia los muestreadores para el siguiente ciclo de análisis. Cuando se intercambian los muestreadores de los altos hornos en general, la purga se lleva a cabo de forma intermitente para prevenir el taponamiento en la línea que no se usa; la purga de nitrógeno se realiza manualmente en este alto horno de prueba. La figura 8 muestra la pantalla táctil del sistema de medición de la salida de gases. La diagramación es similar a la del sistema de medición de la cuba, y se pueden confirmar fácilmente el muestreador seleccionado y la purga de nitrógeno.

Conclusión

Este artículo presenta el proyecto *Course 50*, nociones generales de las mediciones para alto horno de prueba en este proyecto, y el sistema de análisis por sonda *GC8000* que permite, por primera vez en el mundo, que los gases se puedan medir en las tres partes de la cuba: superior, inferior y medio.

Yokogawa cuenta con una vasta trayectoria en el campo de los cromatógrafos gaseosos de más de cincuenta años tanto dentro como fuera de Japón, así como en sistemas analizadores en varias plantas. Los índices obtenidos por la medición no solo son indicadores de la operación y eficiencia de las plantas de los clientes, sino que también son factores cruciales que pueden liderar soluciones a cuestiones ambientales. *Yokogawa* asistirá a sus clientes para crear un nuevo valor y mejorar el ambiente, desarrollando en conjunto soluciones de sistema tales como el sistema analizador descrito en este artículo.

Este estudio se llevó a cabo como parte del proyecto "Desarrollo de tecnología de proceso de fabricación de acero en armonía con el ambiente" (*Environmentally Harmonized Steelmaking Process Technology Development*), comisionado por la NEDO. El autor agradece a todos los que les concierne. ❖

Nota del editor: La nota aquí publicada fue originalmente escrita para la revista *Yokogawa Technical Report*, Vol. 59, n.º 2 (2016), y traducida especialmente para *AADECA Revista*.