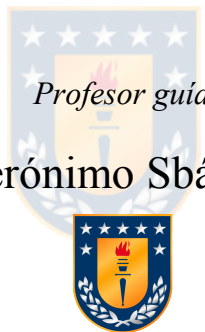


UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN - CHILE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Sensor Virtual de SO<sub>2</sub> en SRU 1 y SRU 2,  
División Coker ENAP Refinería Bio-Bio

*por*

Hugo Omar Garcés Hernández



*Profesor guía*

Daniel Gerónimo Sbarbaro Hofer

Concepción, Noviembre de 2009

Tesis presentada a la

ESCUELA DE GRADUADOS  
DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

*para optar al grado de*

MAGÍSTER EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

## Resumen

En este trabajo se presenta el desarrollo de sensores virtuales para las unidades de recuperación de azufre SRU1 y SRU2 de ENAP Refinería Bio-Bio, para estimar  $[\text{SO}_2]$  en el residuo descargado desde el incinerador hacia la atmósfera, así también estimar  $[\text{SO}_2]$  y  $[\text{H}_2\text{S}]$  en el gas de cola. La estimación sobre el residuo sirve para mantener las emisiones en niveles permitidos y las estimaciones sobre el tailgas para mantener disponible el sistema de control avanzado que maximiza la conversión de gases ácidos en azufre elemental. Los sensores virtuales son modelos identificados usados para mantener disponible mediciones de su respectiva variable de salida, usando como entradas las variables de operación distribuidas en los procesos como temperaturas, flujos, etc.

En la primera se describe el proceso de recuperación de azufre y la operación de las plantas SRU1 y SRU2 de ENAP Refinería Bio-Bio, para determinar las variables de operación más representativas del estado del proceso, luego se describe el procedimiento de transformación de las mediciones en “mínimos cuadrados parciales” (PLS), herramienta usada en gran parte del desarrollo de los sensores virtuales.

Una vez consolidada una base de datos con las mediciones de las variables de operación elegidas de SRU1 y SRU2, se procede a la selección de mediciones, que consiste en la detección de mediciones erróneas u outliers en las bases de datos de SRU1 y SRU2, con métodos convencionales y se propone un nuevo método basado en análisis del residuo de regresión no lineal.

Luego se procede al diseño de los sensores virtuales, proponiendo la estructura de estimación adecuada en función de los objetivos de operación de los sensores virtuales y realizando la selección de las variables de operación más correlacionadas con las mediciones sobre el gas de cola y el residuo del incinerador, para usarse como las variables de entrada en la respectiva estructura de estimación. Del desempeño usando datos de validación siendo medido el error y la variabilidad en la estimación, calculando el error cuadrático medio y factor de correlación lineal respectivamente, los resultados de los sensores virtuales obtenidos para SRU1 y SRU2 en la estimación de  $[\text{SO}_2]$  en el residuo emitido a la atmósfera permiten proponerlos como herramienta de respaldo del sensor real cuando esté fuera de servicio.

Finalmente para mejorar el desempeño en los sensores virtuales de SRU2 se propone un diseño avanzado, donde los sensores virtuales que estiman  $[\text{SO}_2]$  y  $[\text{H}_2\text{S}]$  en el tailgas operan en serie al sensor avanzado de  $[\text{SO}_2]$  en el residuo del incinerador, obteniéndose buenos resultados en base a indicadores de error cuadrático medio y factor de correlación lineal.