

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA**



MEDICION DE LA INFORMACION ESPECTRAL GLOBAL: NUEVA  
TECNICA PARA FOTODETECCION DE LLAMA Y CONTROL DEL  
PROCESO DE COMBUSTION, USANDO UN ARREGLO BASADO EN  
FOTODIODOS

GLOBAL SPECTRAL INFORMATION'S MEASUREMENT OF FLAME:  
A NEW MEASUREMENT TECHNIQUE BY USING A PHOTODIODE-  
BASED SENSOR FOR FLAME SENSING AND COMBUSTION PROCESS  
CONTROL

**LUIS EMILIANO ARIAS PARADA**

**JULIO 2009**

## Abstract

Un sensor no intrusivo de bajo costo, basado en fotodiodos de silicio ha sido diseñado y construido para medir la información espectral contenida en llamas de hidrocarburos. El sensor construido permite monitorear la formación y comportamiento de los radicales libres  $\text{CH}^*$  (432nm) y  $\text{C}_2^*$  (514.5nm) en el proceso de combustión. Éste fue validado por pruebas en el laboratorio de optoelectrónica y mediante la realización de diferentes experimentos en llamas confinadas y no confinadas. Los modelos de radiación espectral de llamas han sido revisados y los parámetros espaciales asociados al proceso de detección han sido incluidos en estos modelos. La dependencia espectral y espacial de estos modelos han sido simulados para diferentes temperaturas de llamas y largo del camino óptico dentro de la llama. Adicionalmente, la incidencia de la temperatura en la intensidad del espectro local ha sido medida con el sensor construido y con radiómetro. Así la distribución espacial de la información espectral a lo largo del perfil axial y radial de la llama ha sido demostrado y cómo esta distribución espacial afecta a las señales medidas por el sensor. La radiación axial de una llama a petróleo ha sido medida con el sensor y un radiómetro, y sus señales fueron altamente correlacionadas. Por otro lado, esta distribución espacial de la información espectral ha sido corroborada utilizando una cámara CCD. Con lo obtenido hasta ahora, la técnica de Medición de Radiación Espectral Global (GSRM) ha sido definido de manera de medir la contribución total de la información espectral desde la parte posterior de la llama. Esta nueva metodología ha sido probada por medio de dos experimentos: la señal on-line correspondiente a la intensidad local del radical  $\text{CH}^*$  en una llama de gas natural ha sido medida con el sensor desde el costado de ésta y la intensidad global de este radical desde la parte posterior de la llama. Con estos resultados ha sido demostrado que por medio de la técnica GSRM la dispersión de la señal es al menos 23% menor a la obtenida por métodos de medición local. Para llama confinada, la razón entre las señales correspondientes a los radicales  $\text{C}_2^*$  y  $\text{CH}^*$  fue exitosamente correlacionada con el rendimiento de la caldera y las emisiones contaminantes de CO. Estos resultados entregan información adicional sobre cómo prevenir la combustión incompleta mediante la detección global de la radiación espectral. Importantes similitudes fueron obtenidas entre los resultados para llamas a gas y las observaciones hechas por Gaydon [16], estimando el máximo del rendimiento de la combustión cercana a la estiquimetría. La baja dispersión de las señales medidas con el método GSRM, así como

rápida respuesta del sensor, su carácter de no-intrusivo y la medición instantánea de la radiación espectral ha permitido implementar avanzadas estrategias como Gradient y Self-tuning para realizar control de combustión.

El bajo costo de construcción del sensor así como la identificación de solo dos bandas espectrales es una considerable ventaja sobre los radiómetros comerciales. Todos estos resultados y ventajas hacen tanto del sensor como de la técnica de medición propuesta un elemento clave para el control del proceso de combustión y su uso en calderas y hornos industriales.

